제 출 문

한국도로공사 대구경북본부장 귀하

귀 본부와 2016년 6월 17일자로 계약을 체결한 “2016년도 중부내륙선 김천JCT교(내서)등 11개교 정밀안전진단용역”을 성실히 수행하고 봉곡1교(내서, 여주)의 결과를 본 보고서에 수록하여 부속자료와 함께 제출합니다.

2016년 12월

㈜ 세 안 안 전 진 단
박 기 열 (인)

㈜ 하 이 콘 엔 지 니 어 링
이 진 완 (인)

봉곡1교(내서) 정밀안전진단 결과표

가. 일반현황

용 역 명	2016년도 중부내륙선 김천CT교(내서) 등 11개교 정밀안전진단 용역	점검기간	2016. 06. 17 ~ 2016. 12. 23		
관리주체명	한국도로공사 경북본부 상주지사	대표자	상주지사장		
공동수급	(주)세안안전진단 ㈜하이콘엔지니어링	계약방법	일반경쟁		
시설물 구분	고속도로	종 류	도로교량	종 별	1종
준공일	2001년 12월	진단금액(천원)	14,886	안전등급	B
시설물 위치	경북 구미시 선산읍 봉곡리 (중부내륙선 125.0km)	시설물 규모	L=160.165m, B=12.15m(2차로)		

나. 진단 실시결과 현황

중대결함	■ 없음
진 단 주요결과	■ 캔틸레버 미세 횡균열(0.2㎜이하), 중앙분리대 하면 백태 ■ 거더내부 도장박리, 거더외부 경미한 쵸킹(변색) ■ 교대 들뜸 및 박리, 구체 상면 체수 ■ 받침본체 도장박리, 무수축몰탈 및 받침콘크리트 균열 ■ 신축이음의 노후화에 의한 후타재의 피로균열, 본체의 이격, 누수 등 ■ 갓길 외측 교면포장 아스콘 들뜸 및 패임, 단차
주 요 보수·보강	■ 재도장 - 강거더 내부 도장박리, 받침본체부식, 낙교방지장치 부식 ■ 균열주입보수(0.3㎜이상) - 방호벽 ■ 단면보수 - 교대 들뜸 및 박리, 받침콘크리트 파손 및 박리 등 ■ 신축이음 유도배수관 설치 - 신축이음누수 ■ 아스콘 패칭보수 - 아스콘 들뜸 및 패임, 단차 ■ 표면보수 - 방호벽 표면오염(녹)

다. 책임(참여)기술자 현황

구 분	성 명	과업 참여기간	기술등급
사업책임	이 성 혁	2016. 06. 17~2016. 12. 23	특급기술자
분야별책임 (재료시험)	김 광 호	2016. 06. 17~2016. 12. 23	특급기술자
분야별책임 (자료분석)	민 원	2016. 06. 17~2016. 12. 23	특급기술자
참여기술자 (재료시험)	김성연외 12인	2016. 06. 17~2016. 12. 23	특급~초급기술자
참여기술자 (재료시험)	안강진외 13인	2016. 06. 17~2016. 12. 23	특급~초급기술자

라. 참고사항

봉곡1교(내서) 정밀안전진단 실시결과 요약표

책임기술자 종합의견
■ 외관조사시 발생한 주요 손상으로는 신축이음장치와 포장 접속부 이격과 관련하여 추가손상 방지를 위해 구스아스콘 포설에 의한 보수가 필요함. 캔틸레버 하면의 종·횡방향 균열은 주의관찰 후 진전시 보수하는 방안 적절함. 중분대 하면의 신축하면은 국부적인 백태가 금회 신규로 발생된 상태로 내구성 유지를 위해 유도배수관 설치가 필요할 것으로 판단됨. 내구성 평가 결과 콘크리트의 품질은 전반적으로 양호한 것으로 조사되었으며, 철근의 건전성은 대체로 양호한 것으로 판단됨. ■ 상태평가 결과 전회차 진단과 동일한 “B”로 평가됨. ■ 안전성평가에 대한 분석 및 검토 결과 “A”로 평가됨. ■ 금회 적출된 손상 및 결함들을 보수하고 보고서에 제시된 유지관리내용에 따라 주기적인 점검을 통해 유지관리를 실시한다면 구조물의 안전성 및 내구성은 증대될 것으로 판단됨. 책임기술자 : 이 성 혁 (서명)

가. 정밀안전진단 외관조사 결과 기본사항

상태평가 결과 및 보수.보강				상태평가 결과 : B
결함발생 부재			상태평가 결과	결함종류	보수.보강(안)
상부구조	바닥판		b	- 균열(0.3mm미만)	- 주의관찰
			b	- 백태	- 주의관찰
			b	- 시공이음부 누수	- 주입보수
			b	- 재료분리	- 주의관찰
	거더	내부	b	- 도장박리	- 주의관찰
			b	- Pit	- 주의관찰
			b	- 이물질 퇴적	- 청소
			b	- 수평보강재 변형	- 주의관찰
			b	- 언더컷	- 주의관찰
		외부		- 쵸킹	- 주의관찰
하부구조	교대 및 교각		b	- 균열(0.3mm미만)	- 주의관찰
			b	- 망상균열	- 주의관찰
			b	- 백태	- 주의관찰
			b	- 들뜸	- 단면보수
			b	- 들뜸 및 박리	- 단면보수
			b	- 파손	- 주의관찰
			b	- 체수	- 주의관찰
			b	- 긁힘	- 주의관찰
			b	- 누수흔적	- 주의관찰
교량받침			b	- 도장박리	- 주의관찰
			b	- 무수축몰탈 균열	- 주의관찰
			b	- 받침 Con'c 균열	- 주의관찰
			b	- 받침 Con'c 파손	- 단면보수
			b	- 낙교방지장치 부식	- 슈도장
			b	- 낙교방지장치 탄성고무파손	- 주의관찰

<계속>

상태평가 결과 및 보수.보강				상태평가 결과 : B
결함발생 부재		상태평가 결과	결함종류	보수.보강(안)
기타부재	신축이음장치	b	- 부식	- 주의관찰
		b	- 이물질 퇴적	- 청소
		b	- 균열(0.3mm미만)	- 주의관찰
		c	- 균열(0.3mm이상)	- 주입보수
		b	- 망상균열	- 주의관찰
		b	- 박리	- 주의관찰
		c	- 신축이음누수	- 유도배수관설치
		b	- 파손	- 주의관찰
	교면포장	b	- 단차(h=0.5cm)	- 팻칭보수
		b	- 단차(h=1.0cm)	- 팻칭보수
		b	- 균열(1.0mm)	- 주의관찰
		b	- 아스콘 들뜸	- 주의관찰
		b	- 아스콘 패임	- 주의관찰
		b	- 보수부패임	- 주의관찰
		b	- 아스콘 절삭	- 주의관찰
	난간 및 연석	b	- 균열(0.3mm미만)	- 주의관찰
		c	- 균열(0.3mm이상)	- 주입보수
		b	- 균열부백태	- 주의관찰
		b	- 망상균열	- 주의관찰
		b	- 박리/파손	- 주의관찰
		b	- 신축덮개 볼트탈락	- 주의관찰
		b	- 차량충돌흔적	- 주의관찰
		b	- 표면오염(녹)	- 표면보수

나. 안전성평가 결과

안전성평가 수행 부재	해석방법	안전성평가 결과 요약	안전율	안전성평가 결과
바닥판	강도설계법	최소 안전율 1.02으로 양호	1.0이상	A
거더	허용응력법 강도설계법	최소 안전율 1.05으로 양호	1.0이상	
교대	강도설계법 허용응력법	확대기초 및 말뚝기초의 안정성 양호 벽체 및 흉벽의 단면검토 양호	1.0이상	
교각		확대기초 및 말뚝기초의 안정성 양호 두부보 및 기둥부 단면검토 양호	1.0이상	

다. 내진성능 검토 수행 여부

검토대상 부재	설계적용여부	결과	검토결과 요약
하부구조	적용	반영	설계 당시 내진설계 반영
교량받침	적용	반영	낙교방지장치(전단키)

라. 현장시험(비파괴 및 추가시험)

시 험 명		시험부위		시험 결과	비 고
콘크리트	비파괴 강도시험 (㎫)	상부 구조	반발경도	27.0~32.2	■ 설계기준강도를 상회함.
			초음파	28.6~32.7	
		하부 구조	반발경도	25.8~30.2	
			초음파	29.5~30.5	
	철근탐사시험 (㎜)	바닥판	배근간격	114.0~270.0	■전반적으로 설계값과 근사함.
			피복두께	39.0~44.0	
		교대	배근간격	205.0~208.0	
			피복두께	105.0~109.0	
		교각	배근간격	108.0~124.0	
			피복두께	113.0~121.0	
	탄산화 잔여깊이 (㎜)	상부 구조		33.8~42.5	■ 상태평가 a
		하부 구조		62.0~97.5	
	염화물 함유량시험 (kg/㎥)	상부 구조		0.246	■ 상태평가 a
		하부 구조		0.168~0.200	■ 상태평가 a
	균열깊이 (㎜)	상부 구조	S2-RC	42.0(피복두께)	■ '12년 진단 시험부위 보수(P2 코핑부) ■ 균열 깊이가 실측피복두께 미만.
				26.8(균열깊이)	
			S2-LC	35.0(피복두께)	
				29.8(균열깊이)	
강재	초음파 탐상(UT)	거더 내부		합격	■ 1등급
	도막두께 (μm)	거더 내부		210.0~214.0	■ 적 정
		거더 외부		213.0~368.0	■ 적 정

봉곡1교(내서) 현황표

작성일 : 2016년 12월 23일

<table>
<tr><th colspan="2">구 분</th><th>내 용</th><th colspan="2">구 분</th><th>내 용</th></tr>
<tr><td colspan="2">시설물명</td><td>봉곡1교(내서)</td><td colspan="2">시설물번호</td><td>BR2001-0000373</td></tr>
<tr><td colspan="2">준공년월</td><td>2001년 12월</td><td colspan="2">관리번호</td><td>도공(상주)교량-20</td></tr>
<tr><td colspan="2">시설물위치</td><td colspan="4">경상북도 구미시 선산읍 봉곡리</td></tr>
<tr><td colspan="2">설계하중</td><td>DB-24</td><td colspan="2">노선명(이정)</td><td>중부내륙선(125.0km)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">제원</td><td>연장</td><td colspan="4">L = 160.165m(50.0+60.0+50.0=160.0m, 0.165m:신축이음유간)</td></tr>
<tr><td>폭</td><td colspan="4">B = 12.145m, 2차로(유효폭 : 11.390m)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">구조
형식</td><td>상부</td><td>Steel Box Girder</td><td rowspan="2">기초
형식</td><td>교대</td><td>A1 : 확대(전면)기초
A2 : 강관말뚝기초</td></tr>
<tr><td>하부</td><td>교대 : 역T형
교각 : T형</td><td>교각</td><td>P1 : 확대(전면)기초
P2 : 강관말뚝기초</td></tr>
<tr><td colspan="2">교량받침</td><td>포트받침</td><td colspan="2">신축이음</td><td>A1 : Rail Joint(EXP-100)
A2 : Rail Joint(EXP-65)</td></tr>
<tr><td colspan="2">교차시설물</td><td>지방도 916호선 횡단
(S2경간)</td><td colspan="2">통과높이</td><td>약 4.8~10.0m</td></tr>
<tr><td colspan="2">설 계 사</td><td>(주)한국종합기술개발</td><td colspan="2">시 공 사</td><td>풍림산업(주), 포스코개발(주),
대동</td></tr>
<tr><td colspan="2">내진설계유무</td><td>적용</td><td colspan="2">관리주체</td><td>한국도로공사 경북본부 상주지사</td></tr>
<tr><td colspan="2">부착시설내용</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td colspan="2">기 타</td><td colspan="4">※ 종,평면도 본보고서 수록
- 사각이 없는 곡선교(R=2,100m)
- 설계도서 및 구조계산서 유무 : 유
- 보수보강 여부 : 교량받침 도장, STS 배수파이프 설치 등
- 기타 : 교대 상.하행 이음부 보강토 조립식 옹벽 시공됨</td></tr>
</table>

봉곡1교(여주) 정밀안전진단 결과표

가. 일반현황

용 역 명	2016년도 중부내륙선 김천(CT교(내서) 등 11개교 정밀안전진단 용역	점검기간	2016. 06. 17 ~ 2016. 12. 23		
관리주체명	한국도로공사 경북본부 상주지사	대표자	상주지사장		
공동수급	㈜세안안전진단 ㈜하이콘엔지니어링	계약방법	일반경쟁		
시설물 구분	고속도로	종 류	도로교량	종 별	1종
준공일	2001년 12월	진단금액(천원)	14,886	안전등급	B
시설물 위치	경북 구미시 선산읍 봉곡리 (중부내륙선 125.0km)	시설물 규모	L=160.165m, B=12.15m(2차로)		

나. 진단 실시결과 현황

중대결함	■ 중대결함 없음
진 단 주요결과	■ 캔틸레버하면 횡, 종방향 균열 ■ 중분대 하면 국부적인 백태 ■ 방호벽 수직균열 및 망상균열 등 ■ 받침장치 국부적인 도장박리 ■ 신축이음장치와 접속부 이격 ■ 하부구조(교대, 교각) 균열(폭0.1~0.2㎜) 등
주 요 보수·보강	■ 신축이음부 접속부 이격 - 구스아스콘 포설 ■ 균열주입보수(0.3㎜이상) - 방호벽

다. 책임(참여)기술자 현황

구 분	성 명	과업 참여기간	기술등급
사업책임	이 성 혁	2016. 06. 17~2016. 12. 23	특급기술자
분야별책임 (재료시험)	김 광 호	2016. 06. 17~2016. 12. 23	특급기술자
분야별책임 (자료분석)	민 원	2016. 06. 17~2016. 12. 23	특급기술자
참여기술자 (재료시험)	김성연외 12인	2016. 06. 17~2016. 12. 23	특급~초급기술자
참여기술자 (재료시험)	안강진외 13인	2016. 06. 17~2016. 12. 23	특급~초급기술자

라. 참고사항

봉곡1교(여주) 정밀안전진단 실시결과 요약표

책임기술자 종합의견
■ 외관조사시 발생한 주요 손상으로는 갓길 외측 아스콘 들뜸, 패임이 전연장에 걸쳐 발생된 상태로 부분 절삭후 팻칭에 의한 보수가 필요함. 캔틸레버 하면의 종·횡방향 균열은 주의관찰 후 진전시 보수하는 방안 적절함. 중분대 하면의 신축하면은 국부적인 백태가 금회 신규로 발생된 상태로 내구성 유지를 위해 유도배수관 설치가 필요할 것으로 판단됨. 내구성 평가결과 콘크리트의 품질은 전반적으로 양호한 것으로 조사되었으며, 철근의 건전성은 대체로 양호한 것으로 판단됨. ■ 상태평가 결과 전회차 진단과 동일한 “B”로 평가됨. ■ 안전성평가에 대한 분석 및 검토 결과 “A”로 평가됨. ■ 금회 적출된 손상 및 결함들을 보수하고 보고서에 제시된 유지관리내용에 따라 주기적인 점검을 통해 유지관리를 실시한다면 구조물의 안전성 및 내구성은 증대될 것으로 판단됨. 책임기술자 : 이 성 혁 (서명)

가. 정밀안전진단 외관조사 결과 기본사항

결함발생 부재			상태평가 결과	결함종류	보수.보강(안)
상부구조	바닥판		b b b c b c	- 균열(0.3mm미만) - 망상균열(CW=0.1~0.2mm) - 백태 - 철근부식 및 박락 - 파손 - 철근노출	- 주의관찰 - 표면보수 - 주의관찰 - 단면보수(방청) - 주의관찰 - 단면보수(방청)
	거더	내부	b b b	- 이물질 퇴적 - 도장박리 - Pit	- 주의관찰 - 도장보수 - 주의관찰
		외부	b b	- 부식 - 쵸킹	- 도장보수 - 주의관찰
하부구조	교대 및 교각		b c b b b b b b b b	- 균열(0.3mm미만) - 균열(0.3mm이상) - 백태 - 망상균열 - 잡철물 노출 - 실런트 파손 - 보수부 들뜸 - 들뜸 - 누수흔적 - 잡철물	- 주의관찰 - 주입보수 - 주의관찰 - 주의관찰 - 단면보수 - 주의관찰 - 주의관찰 - 주의관찰 - 주의관찰 - 단면보수

<계속>

상태평가 결과 및 보수.보강				상태평가 결과 : B
결함발생 부재		상태평가 결과	결함종류	보수.보강(안)
교량받침		b b b c b b b b b	- 도장박리 - 무수축몰탈 균열 - 받침 Con'c 균열(0.3mm미만) - 받침 Con'c 균열(0.3mm이상) - 받침 Con'c 파손 - 받침 Con'c 들뜸 - 받침 Con'c 재료분리 - 잡철물 노출 - 낙교방지장치 탄성고무 파손	- 슈도장 - 주의관찰 - 주의관찰 - 주입보수 - 주의관찰 - 주의관찰 - 주의관찰 - 주의관찰 - 주의관찰
기타부재	신축이음장치	b b b b	- 강재부식 - 이물질 퇴적 - 균열(0.3mm미만) - 균열(0.3mm이상)	- 주의관찰 - 주의관찰 - 주의관찰 - 주의관찰
	교면포장	b b b b	- 아스콘균열 - 아스콘 들뜸 - 이격(w=1.5cm) - 아스콘 절삭	- 주의관찰 - 팻칭보수 - 구스아스콘 포설 - 주의관찰
	배수시설	b b	- 배수구 막힘 - 배수관 녹	- 청소 - 주의관찰
	난간 및 연석	b c c b c	- 균열(0.3mm미만) - 균열(0.3mm이상) - 신축이음부 볼트탈락 - 박리 - 보수부 박리	- 주의관찰 - 주입보수 - 볼트재체결 - 주의관찰 - 주의관찰

나. 안전성평가 결과

안전성평가 수행 부재	해석방법	안전성평가 결과 요약	안전율	안전성평가 결과
바닥판	강도설계법	최소 안전율 1.22으로 양호	1.0이상	A
거더	허용응력법 강도설계법	최소 안전율 1.07으로 양호	1.0이상	
교대	강도설계법 허용응력법	확대기초 및 말뚝기초의 안정성 양호 벽체 및 흉벽의 단면검토 양호	1.0이상	
교각		확대기초 및 말뚝기초의 안정성 양호 두부보 및 기둥부 단면검토 양호	1.0이상	

다. 내진성능 검토 수행 여부

검토대상 부재	설계적용여부	결과	검토결과 요약
하부구조	적용	반영	설계 당시 내진설계 반영
교량받침	적용	반영	낙교방지장치(전단키)

라. 현장시험(비파괴 및 추가시험)

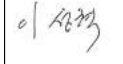
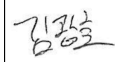
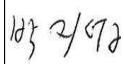
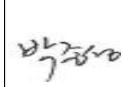
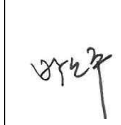
시 험 명		시험부위		시험 결과	비 고
콘크리트	비파괴 강도시험 (㎫)	상부 구조	반발경도	29.1~32.4	■ 설계기준강도를 상회함.
			초음파	30.5~32.7	
		하부 구조	반발경도	25.5~31.3	
			초음파	26.6~32.1	
	철근탐사시험 (㎜)	바닥판	배근간격	117.5~240.0	■ 전반적으로 설계값과 근사함.
			피복두께	37.0~51.0	
		교대	배근간격	200.0~210.0	
			피복두께	108.0~117.0	
		교각	배근간격	115.0~120.0	
			피복두께	91.0~113.0	
	탄산화 잔여깊이 (㎜)	상부 구조		31.8~39.0	■ 상태평가 a
		하부 구조		57.7~100.9	
	염화물 함유량시험 (kg/㎥)	상부 구조		0.227	■ 상태평가
		하부 구조		0.194~0.211	■ 상태평가
	균열깊이 (㎜)	상부 구조	S2-RC	37.0(피복두께)	■ 균열 깊이가 실측피복 두께 미만.
				16.3(균열깊이)	
			S3-RC	39.0(피복두께)	
				30.0(균열깊이)	
		하부 구조	P2 기둥	78.0(피복두께)	
				22.1(균열깊이)	
강재	초음파 탐상(UT)	거더 내부		합격	■ 1등급
	도막두께 (μm)	거더 내부		340.0~341.0	■ 적 정
		거더 외부		396.0~436.0	■ 적 정

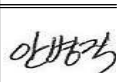
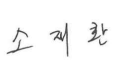
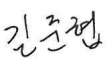
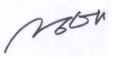
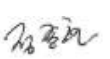
봉곡1교(여주) 현황표

작성일 : 2016년 12월 23일

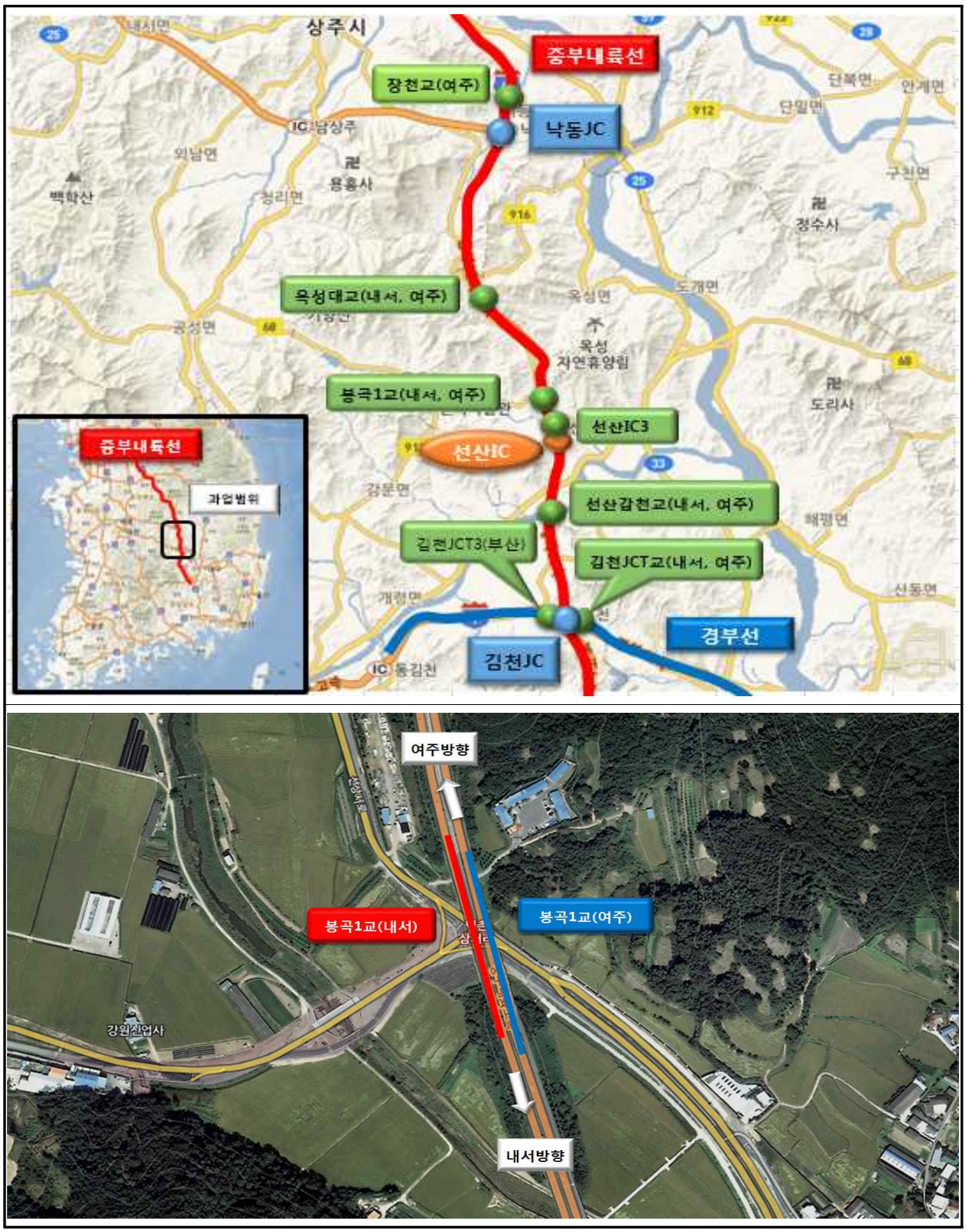
<table>
<tr><th colspan="2">구 분</th><th>내 용</th><th colspan="2">구 분</th><th>내 용</th></tr>
<tr><td colspan="2">시설물명</td><td>봉곡1교(여주)</td><td colspan="2">시설물번호</td><td>BR2001-0000374</td></tr>
<tr><td colspan="2">준공년월</td><td>2001년 12월</td><td colspan="2">관리번호</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="2">시설물위치</td><td colspan="4">경상북도 구미시 선산읍 봉곡리</td></tr>
<tr><td colspan="2">설계하중</td><td>DB-24</td><td colspan="2">노선명(이정)</td><td>중부내륙선(125.0km)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">제원</td><td>연장</td><td colspan="4">L = 160.165m(50.0+60.0+50.0=160.0m, 0.165m:신축이음유간)</td></tr>
<tr><td>폭</td><td colspan="4">B = 12.145m, 2차로(유효폭 : 11.390m)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">구조
형식</td><td>상부</td><td>Steel Box Girder</td><td rowspan="2">기초
형식</td><td>교대</td><td>A1 : 확대(전면)기초
A2 : 강관말뚝기초</td></tr>
<tr><td>하부</td><td>교대 : 역T형
교각 : T형</td><td>교각</td><td>P1 : 확대(전면)기초
P2 : 강관말뚝기초</td></tr>
<tr><td colspan="2">교량받침</td><td>포트받침</td><td colspan="2">신축이음</td><td>A1 : Rail Joint(EXP-100)
A2 : Rail Joint(EXP-65)</td></tr>
<tr><td colspan="2">교차시설물</td><td>지방도 916호선 횡단
(S2경간)</td><td colspan="2">통과높이</td><td>약 4.8~10.0m</td></tr>
<tr><td colspan="2">설 계 사</td><td>(주)한국종합기술개발</td><td colspan="2">시 공 사</td><td>풍림산업(주), 포스코개발(주),
대동</td></tr>
<tr><td colspan="2">내진설계유무</td><td>적용</td><td colspan="2">관리주체</td><td>한국도로공사 경북본부 상주지사</td></tr>
<tr><td colspan="2">부착시설내용</td><td colspan="4">-</td></tr>
<tr><td colspan="2">기 타</td><td colspan="4">※ 종,평면도 본보고서 수록
- 사각이 없는 곡선교(R=2,100m)
- 설계도서 및 구조계산서 있음.
- 보수보강 여부 : 교량받침 도장, 교면절삭 덧씌우기(전경간(2차로)) 등
- 기타 : 교대 상.하행 이음부 보강토 조립식 옹벽 시공됨</td></tr>
</table>

정밀안전진단 참여기술진

참여구분	참여분야	소 속	직 위	성 명	참여기간	서 명
책임기술자	사업책임	㈜세안안전진단	사 장	이 성 혁	6.17~12.23 (127일)	
분야별 책임기술자	재료시험분야	㈜하이콘엔지니어링	부회장	민 원	6.17~12.23 (107일)	
	자료분석분야	㈜세안안전진단	부사장	김 광 호	6.17~12.23 (84일)	
분야별 참여기술자	재료시험분야	〃	부 장	김 성 연	6.17~12.23 (72일)	
	자료분석분야	㈜하이콘엔지니어링	이 사	안 강 진	6.17~12.23 (85일)	
참여기술자	재료시험분야	㈜세안안전진단	차 장	박 지 섭	6.17~12.23 (49일)	
		〃	대 리	오 동 균	6.17~12.23 (46일)	
		〃	과 장	정 의 태	6.17~12.23 (11일)	
		〃	부사장	박 종 성	6.17~12.23 (25일)	
		〃	이 사	박 노 주	6.17~12.23 (15일)	
		〃	부 장	윤 희 두	6.17~11.30 (11일)	
		㈜하이콘엔지니어링	상 무	조 병 근	6.17~12.23 (11일)	
		〃	부 장	김 명 균	6.17~12.23 (5일)	
		〃	부 장	전 봉 규	6.17~12.23 (5일)	
		〃	과 장	공 병 선	6.17~12.23 (5일)	
		〃	대 리	장 경 철	6.17~12.23 (8일)	
		〃	대 리	김 치 구	6.17~12.23 (5일)	

참여구분	참여분야	소 속	직 위	성 명	참여기간	서 명
참여기술자	자료분석분야	㈜세안안전진단	부사장	안 병 직	6.17~12.23 (11일)	
		〃	사 원	소 재 환	6.17~12.23 (10일)	
		〃	상 무	성 용	6.17~12.23 (10일)	
		〃	대 리	김 준 협	6.17~12.23 (5일)	
		〃	과 장	배 근 석	6.17~12.23 (10일)	
		㈜하이콘엔지니어링	사 장	심 규 서	6.17~12.23 (33일)	
		〃	사 장	윤 경 석	6.17~12.23 (5일)	
		〃	부사장	이 형 배	6.17~12.23 (15일)	
		〃	상 무	오 승 배	6.17~12.23 (8일)	
		〃	이 사	김 상 현	6.17~12.23 (5일)	
		〃	이 사	안 용 관	6.17~12.23 (41일)	
		〃	이 사	김 재 두	6.17~12.23 (11일)	
		〃	대 리	정 종 현	6.17~12.23 (5일)	

시설물의 위치도



○ 시설물 위치 : 경상북도 구미시 선산읍 봉곡리(중부내륙선 119.6km)

전 경 사 진 (1)

상부전경

측면전경

전 경 사 진 (2)

바닥판하면 전경

Steel Box 거더내부

전 경 사 진 (3)

교대 전경

교각 전경

전 경 사 진 (4)

교 명 판

설 명 판

전 경 사 진 (5)

신축이음 전경(A1-Rail Joint) 내서방향

신축이음 전경(A2-Rail Joint) 여주방향

전 경 사 진 (6)

중앙분리대 전경

방호벽 전경

요 약 문

1. 과업의 목적

본 과업은 “시설물의 안전관리에 관한 특별법”제 7조 및 동법 시행령 제 9조에 의한 고속도로 시설물의 정밀안전진단으로서 시설물의 물리적, 기능적 결함과 손상을 조사, 측정, 원인을 분석하여 신속하고 적절한 조치를 취하며, 상태 및 구조적 안전성, 사용성을 종합적으로 검토, 평가하여 적절한 보수.보강방법 및 유지관리방안을 수립, 고속도로 시설물의 재난예방과 안전성 확보를 통해 공공의 안전을 확보하는데 그 목적이 있다.

2. 과업의 범위 및 내용

2.1 과업의 범위

가. 정밀안전진단

1) 자료수집 및 분석
2) 현장조사 및 시험
3) 상태평가
4) 안전성평가
5) 종합평가 및 안전등급 지정
6) 보수.보강방법 및 유지관리방안 제시
7) 보고서 작성 및 점검결과 전산입력

나. 수중점검 : 해당사항 없음

2.2 과업기간

2016. 6. 17 ~ 2016. 12. 23(착수일로부터 190일간)

3. 시설물의 개요

3.1 시설물 현황

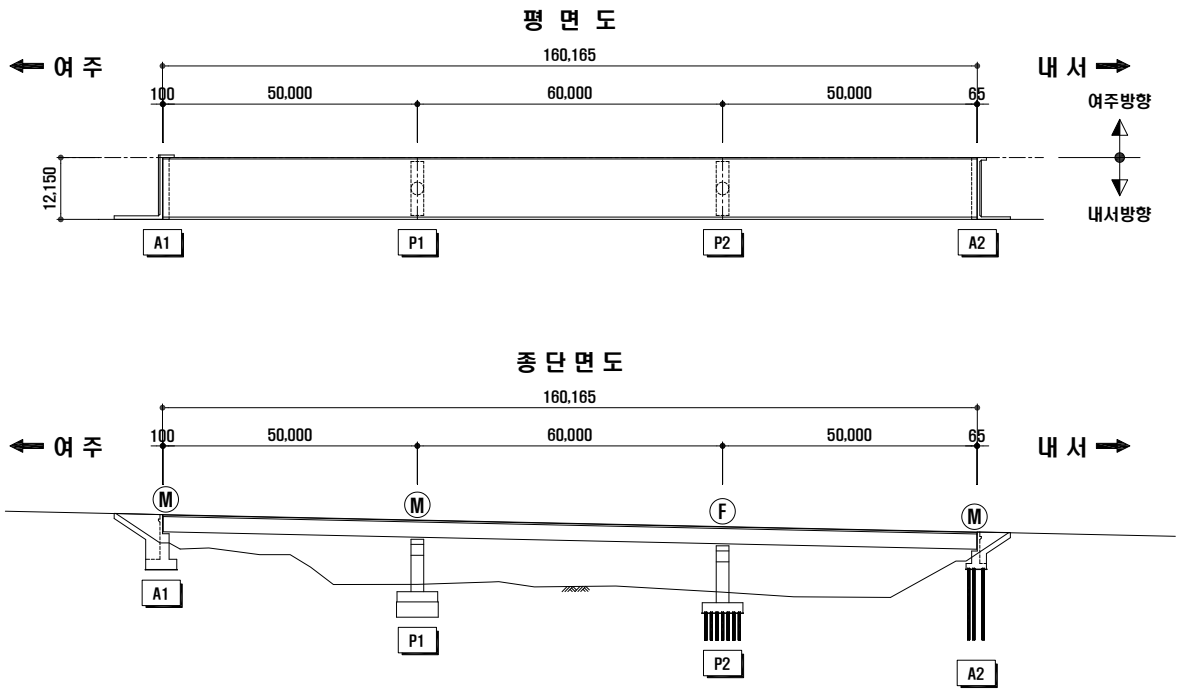
가. 내서방향

<table>
<tr><th colspan="2">구 분</th><th>내 용</th><th colspan="2">구 분</th><th>내 용</th></tr>
<tr><td colspan="2">시설물명</td><td>봉곡1교(내서)</td><td colspan="2">시설물번호</td><td>BR2001-0000373</td></tr>
<tr><td colspan="2">준공년월</td><td>2001년 12월</td><td colspan="2">관리번호</td><td>도공(상주)교량-20</td></tr>
<tr><td colspan="2">시설물위치</td><td colspan="4">경상북도 구미시 선산읍 봉곡리</td></tr>
<tr><td colspan="2">설계하중</td><td>DB-24</td><td colspan="2">노선명(이정)</td><td>중부내륙선(125.0km)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">제원</td><td>연장</td><td colspan="4">L = 160.165m(50.0+60.0+50.0=160.0m, 0.165m:신축이음유간)</td></tr>
<tr><td>폭</td><td colspan="4">B = 12.145m, 2차로(유효폭 : 11.390m)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">구조
형식</td><td>상부</td><td>Steel Box Girder</td><td rowspan="2">기초
형식</td><td>교대</td><td>A1 : 확대(전면)기초
A2 : 강관말뚝기초</td></tr>
<tr><td>하부</td><td>교대 : 역T형
교각 : T형</td><td>교각</td><td>P1 : 확대(전면)기초
P2 : 강관말뚝기초</td></tr>
<tr><td colspan="2">교량받침</td><td>포트받침</td><td colspan="2">신축이음</td><td>A1 : Rail Joint(EXP-100)
A2 : Rail Joint(EXP-65)</td></tr>
<tr><td colspan="2">교차시설물</td><td>지방도 916호선 횡단
(S2경간)</td><td colspan="2">통과높이</td><td>약 4.8~10.0m</td></tr>
<tr><td colspan="2">설 계 사</td><td>(주)한국종합기술개발</td><td colspan="2">시 공 사</td><td>풍림산업(주), 포스코개발(주),
대동</td></tr>
<tr><td colspan="2">내진설계유무</td><td>적용</td><td colspan="2">관리주체</td><td>한국도로공사 경북본부 상주지사</td></tr>
<tr><td colspan="2">부착시설내용</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td colspan="2">기 타</td><td colspan="4">※ 종,평면도 본보고서 수록
- 사각이 없는 곡선교(R=2,100m)
- 설계도서 및 구조계산서 유무 : 유
- 보수보강 여부 : 교량받침 도장, STS 배수파이프 설치 등
- 기타 : 교대 상.하행 이음부 보강토 조립식 옹벽 시공됨</td></tr>
</table>

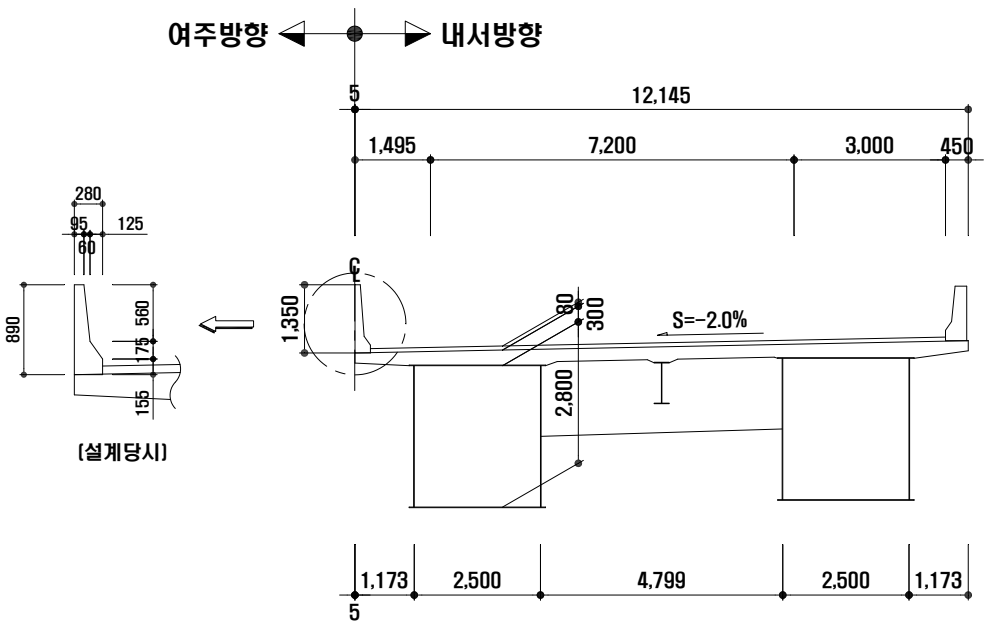
나. 여주방향

<table>
<tr><th colspan="2">구 분</th><th>내 용</th><th colspan="2">구 분</th><th>내 용</th></tr>
<tr><td colspan="2">시설물명</td><td>봉곡1교(여주)</td><td colspan="2">시설물번호</td><td>BR2001-0000374</td></tr>
<tr><td colspan="2">준공년월</td><td>2001년 12월</td><td colspan="2">관리번호</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="2">시설물위치</td><td colspan="4">경상북도 구미시 선산읍 봉곡리</td></tr>
<tr><td colspan="2">설계하중</td><td>DB-24</td><td colspan="2">노선명(이정)</td><td>중부내륙선(125.0km)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">제원</td><td>연장</td><td colspan="4">L = 160.165m(50.0+60.0+50.0=160.0m, 0.165m:신축이음유간)</td></tr>
<tr><td>폭</td><td colspan="4">B = 12.145m, 2차로(유효폭 : 11.390m)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">구조
형식</td><td>상부</td><td>Steel Box Girder</td><td rowspan="2">기초
형식</td><td>교대</td><td>A1 : 확대(전면)기초
A2 : 강관말뚝기초</td></tr>
<tr><td>하부</td><td>교대 : 역T형
교각 : T형</td><td>교각</td><td>P1 : 확대(전면)기초
P2 : 강관말뚝기초</td></tr>
<tr><td colspan="2">교량받침</td><td>포트받침</td><td colspan="2">신축이음</td><td>A1 : Rail Joint(EXP-100)
A2 : Rail Joint(EXP-65)</td></tr>
<tr><td colspan="2">교차시설물</td><td>지방도 916호선 횡단
(S2경간)</td><td colspan="2">통과높이</td><td>약 4.8~10.0m</td></tr>
<tr><td colspan="2">설 계 사</td><td>(주)한국종합기술개발</td><td colspan="2">시 공 사</td><td>풍림산업(주), 포스코개발(주), 대동</td></tr>
<tr><td colspan="2">내진설계유무</td><td>적용</td><td colspan="2">관리주체</td><td>한국도로공사 경북본부 상주지사</td></tr>
<tr><td colspan="2">부착시설내용</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td colspan="2">기 타</td><td colspan="4">※ 종,평면도 본보고서 수록
- 사각이 없는 곡선교(R=2,100m)
- 설계도서 및 구조계산서 유무 : 유
- 보수보강 여부 : 교량받침 도장, 교면절삭 덧씌우기(전경간(2차로)) 등
- 기타 : 교대 상.하행 이음부 보강토 조립식 옹벽 시공됨</td></tr>
</table>

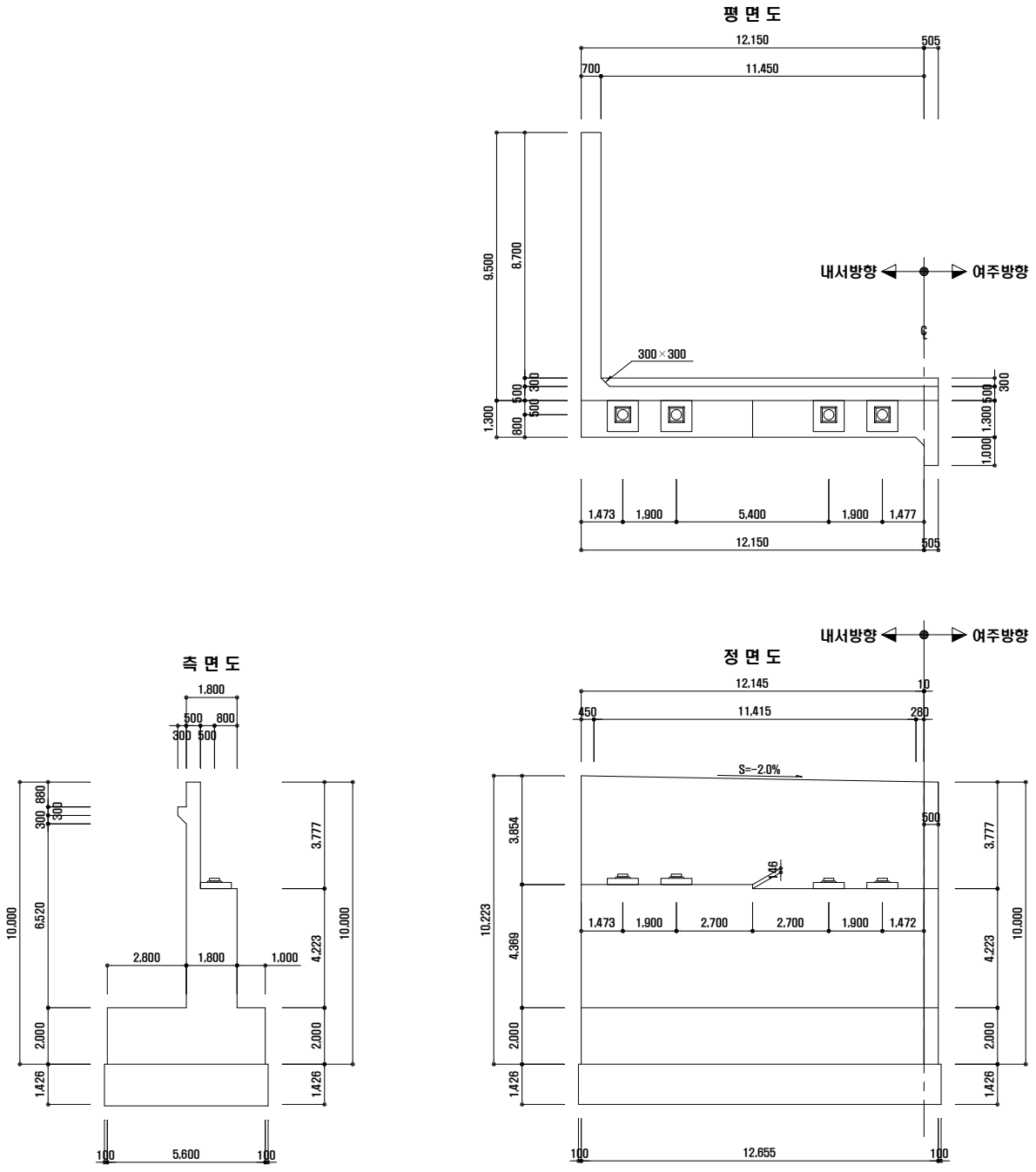
3.2 시설물 주요도면



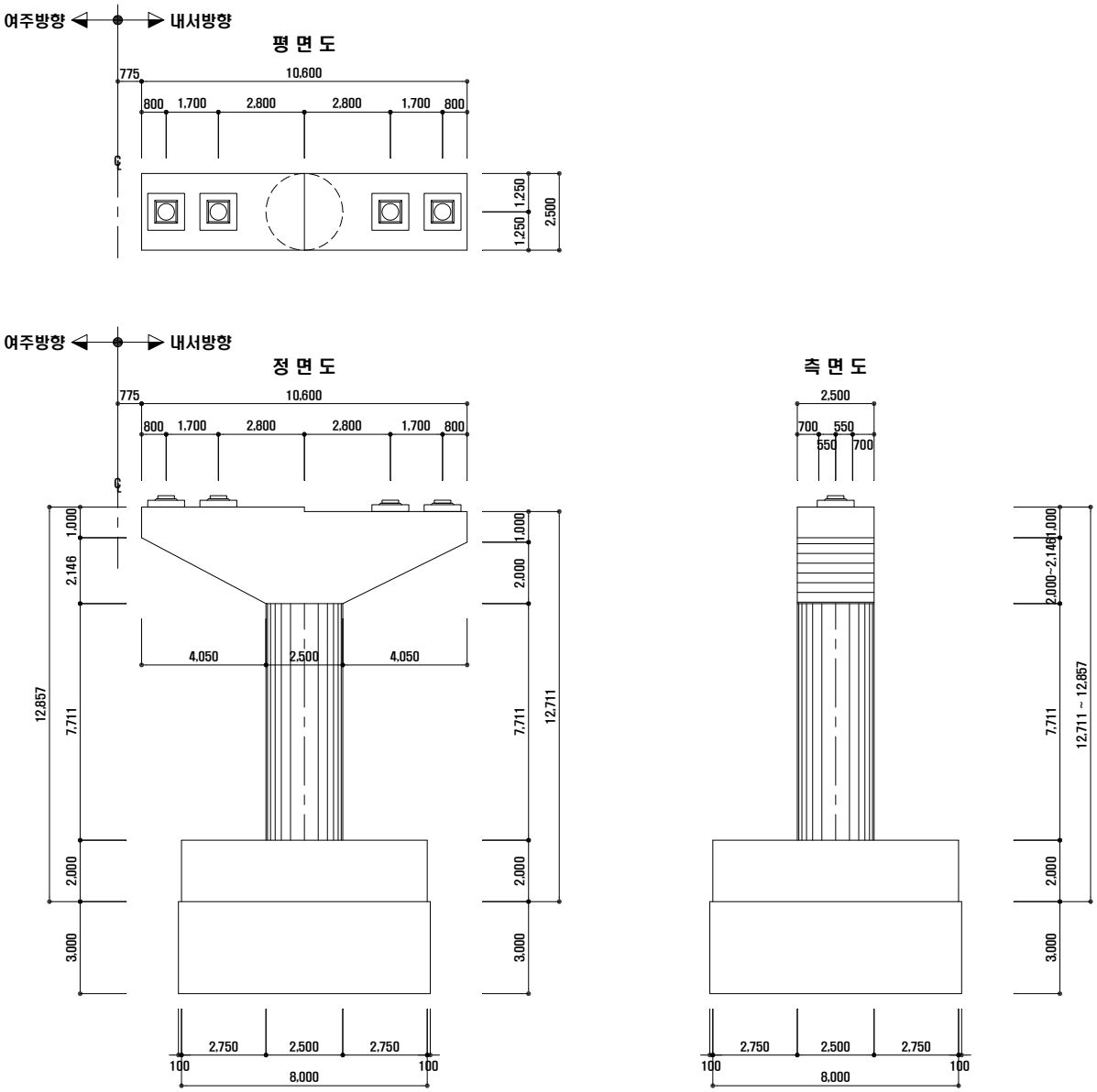
<교량의 종.평면도>



<교량의 횡단면도>


평 면 도
12,150
505
700
11,450
9,500
8,700
내서방향
여주방향
300×300
300
500
500
800
1,300
300
500
1,300
1,000
1,473
1,900
5,400
1,900
1,477
12,150
505
정 면 도
내서방향
여주방향
12,145
10
450
11,415
280
S=-2.0%
500
3,854
4,369
2,000
1,426
10,223
1,473
1,900
2,700
2,700
1,900
1,472
3,777
4,223
2,000
1,426
10,000
100
12,655
100
측 면 도
1,800
500
800
300
500
880
300
300
10,000
6,520
2,000
1,426
2,800
1,800
1,000
3,777
4,223
2,000
1,426
10,000
100
5,600
100

<교대(A1) 일반도>


여주방향
내서방향
평 면 도
775
10,600
800
1,700
2,800
2,800
1,700
800
1,250
1,250
2,500
정 면 도
측 면 도
1,000
2,146
7,711
2,000
3,000
12,857
4,050
2,500
12,711
2,750
100
8,000
700
550
2,500
2,000~2,146
12,711 ~ 12,857

<교각(P1) 일반도>

4. 자료수집 및 분석

4.1 보수·보강 이력

가. 내서방향

구분	공사기간	설계자	시공자	공사명	보수.보강 공법/내용	공사금액(원)
보수	2009.03.06 ~ 2009.12.11	-	인화건설산업(주)	상주지사관내 시설물보수 연간단가 계약	• 받침도장 (교량받침:교대 01~02, 8EA)	-
보수	2010.05.03 ~ 2010.12.31	-	-	상주지사 시설물 유지보수 연간단가 공사	• STS 배수파이프 설치 (P1,P2;직관 23m, 곡관 5개소)	19,258
보수	2011.04.04 ~ 2011.04.22	-	-	구조물 청소	• 기타 (신축이음장치:교대 01, 3.0㎡)	-

나. 여주방향

구분	공사기간	설계자	시공자	공사명	보수.보강 공법/내용	공사금액(원)
보강	2008.05.13 ~ 2008.12.08	-	(주)대덕건설	경북지역본부관내 포장유지보수공사	• 교면절삭 덧씌우기 (전경간(2차로), 720㎡)	20,500,000
보수	2009.03.06 ~ 2009.12.11	-	인화건설산업(주)	상주지사관내 시설물보수 연간단가 계약	• 받침도장 (교량받침:교대 01~02, 8EA)	-
보수	2010.05.03 ~ 2010.12.31	-	-	상주지사 시설물 유지보수 연간단가 공사	• STS 배수파이프 설치 (A1:직관 6.4m, 곡관 4개소 P1,P2;직관 23m, 곡관 5개소)	17,258

4.2 자료분석 결과요약

가. 내서방향

구 분	수집 자료	자료분석 결과	진단과업 진행방향
건 설 관 련 자 료	o 준공도면 및 구조계산서 - 구조계산서 및 수리계산서 - 설계도면 - 종합보고서 - 일반보고서 - 종합보고서 - 교량일반보고서 - 토질조사보고서	o 설계도면, 일반보고서는 설계 당시 기준에 준하여 작성된 것으로 확인됨 o 구조계산서 및 구조물도의 구조물 치수는 전반적으로 동일한 것으로 확인되었으나, 일부 상이한 것으로 조사됨	o 주요부재에 대해 현장조사 시 부재치수를 실측하여 준공도면과 비교.검토함 : 치수가 동일할 경우 준공도면을 기준으로 과업 진행 : 치수가 상이한 부재에 대해 도면을 재작성하며 실측치를 구조계산에 반영함
유 지 관 리 자 료	o 하자만료전 정밀점검 보고서 (2011.12) o 정밀안전진단 보고서 (2012.11) o 보수.보강 이력 ⇒ FMS참조	o 바닥판 하면의 누수흔적, 강박스 거더 내부의 Splice 접합부 마감 미처리에 의한 누수흔적, 교대 및 교각의 콘크리트 박리 및 철근부식, 균열, 신축이음장치의 본체 부식, 등이 주요 손상으로 검토됨 o 내구성 조사결과, 설계기준 이상으로 양호한 상태임 o 받침도장(2009년) ⇒ 교대 01~02, 8EA o STS 배수파이프 설치(2010년) ⇒ P1,P2;직관 23m, 곡관 5개소	o 전회 점검결과와 금회 진단결과를 비교.검토하여 추가 손상 및 진전 여부를 확인하여 대책방안 마련 o 전회 점검결과와 비교.검토하여 내구성 저하 여부 확인 o 전회 점검결과와 비교.검토하여 내구성 저하 여부 확인 o 보수부 상태 확인

나. 여주방향

구 분	수집 자료	자료분석 결과	진단과업 진행방향
건 설 관 련 자 료	o 준공도면 및 구조계산서 - 구조계산서 및 수리계산서 - 설계도면 - 종합보고서 - 일반보고서 - 종합보고서 - 교량일반보고서 - 토질조사보고서	o 설계도면, 일반보고서는 설계 당시 기준에 준하여 작성된 것으로 확인됨 o 구조계산서 및 구조물도의 구조물 치수는 전반적으로 동일한 것으로 확인되었으나, 일부 상이한 것으로 조사됨	o 현장조사 시 부재치수를 실측하여 준공도면과 비교.검토함 ⇒ 치수가 동일할 경우 준공도면을 기준으로 과업 진행 ⇒ 치수가 상이한 부재에 대해 도면을 재작성하며 실측치를 구조계산에 반영함
유 지 관 리 자 료	o 하자만료전 정밀점검 보고서 (2011.12) o 정밀안전진단 보고서 (2012.11) o 보수.보강 이력 ⇒ FMS참조	o 바닥판 하면의 누수흔적, 강박스 거더 내부의 Splice 접합부 마감 미처리에 의한 누수흔적, A2 흉벽부의 콘크리트 박리 및 철근부식 등이 주요 손상으로 검토됨 o 내구성 조사결과, 양호한 상태임 o 교면절삭 덧씌우기(2008년) ⇒ 전경간(2차로), 720㎡ o 받침도장(2009년) ⇒ 교대 01~02, 8EA o STS 배수파이프 설치(2010년) ⇒ A1;직관 6.4m, 곡관 4개소 P1,P2;직관 23m, 곡관 5개소	o 전회 점검결과와 금회 진단결과를 비교.검토하여 추가 손상 및 진전 여부를 확인하여 대책방안 마련 o 전회 점검결과와 비교.검토하여 내구성 저하 여부 확인 o 보수부 상태 확인

5. 현장조사 및 시험

5.1 내서방향

가. 외관조사 결과요약(내서)

구 분		주요결함 및 외관조사 결과	검토의견
바닥판		• 전반적으로 양호한 상태이며, S1과 S3경간 좌.우 캔틸레버부에 횡균열(폭 0.2㎜이하) • S1 중앙분리대 하면 백태 • S1경간 캔틸레버부 단부에 박락, S3경간 캔틸레버부 하부에 재료분리	• 시공초기 건조수축에 의한 것으로 발생하였으며, 손상 규모 경미하여 주의관찰 • 손상규모가 경미하여 현상유지 후 장기적으로는 유도배수관 설치 • 박락부에 대해 단면보수가 요구되며, 재료분리는 손상 정도가 경미하므로 현상유지
강박스거더	내부	• 구조적인 손상이 없는 전반적으로 양호한 상태이며, Pit, 언더컷 등의 용접결함, 수평보강재 변형 • 도장박리 • S1과 S3경간 출입구 주변 하부플랜지에 이물질 퇴적	• 시공미흡과 가설 당시 제작오차에 의한 것으로 결함 정도가 경미하여 현상유지 • 시공미흡과 도장열화에 의한 것으로 재도장 실시 • 청소
	외부	• 경미한 쵸킹	• 태양광의 광화학 반응에 의한 것으로 손상 정도가 심하지 않아 현상유지
가로보 및 세로보		• 상태양호	-
하부구조		• 전반적으로 양호한 상태이며, A1과 A2 구체 및 흉벽부에 균열(폭 0.2㎜이하) • P1과 P2 코핑 및 기둥부에 균열(폭 0.2㎜이하), P1 기둥부에 망상균열(폭 0.2㎜이하) • A2 흉벽 상부 백태 • P1 기둥부에 경미한 파손(긁힘) • A2 구체부 상면에 들뜸/박리 • 교대 누수흔적 및 체수	• 미세균열(폭 0.2㎜이하)이며. 시공초기 건조수축에 의한 것으로 지속적인 주의관찰 실시 • 매스콘크리트 양생과정에서 발생한 수화열, 초기 건조수축에 의한 것으로 손상규모가 경미하여 주의관찰 • 신축이음누수에 의한 것으로 신축이음차수 방안과 연계하여 손상진전 시 보수 • 손상 정도가 경미하므로 현상유지 • 신축이음누수에 의한 열화로 신축이음 유도배수 + 단면보수 • 신축이음 유도배수
교량받침		• 외관 및 가동상태는 전반적으로 양호한 상태이며, 받침본체 도장박리 • 낙교방지장치(A2-No.1) 부식, 탄성고무 파손(A1-No.1) • 받침콘크리트 및 무수축몰탈 균열(폭 0.2㎜이하), 파손(P2-Sh3) • 받침콘크리트 박리	• 시공미흡과 도장열화에 것으로 재도장 실시 • 도장열화와 신축이음부를 통한 노면수 유입 및 접촉(부식), 경년열화 및 신축거동시 마찰(탄성고무 파손)에 의한 것으로 부식부위 제거 후 재도장 • 지속적인 주의관찰 실시 • 신축이음 누수에 의한 것으로 단면보수

구 분	주요결함 및 외관조사 결과	검토의견
신축이음장치	• EXP.J1과 J2 신축이음누수 • EXP.J1과 J2의 양끝단(갓길 구간)에 본체 부식 • EXP.J1과 J2의 양끝단(갓길 구간)에 이물질 퇴적 • 후타재 균열 • EXP.J1과 J2의 후타재 표면박리	• 공용년수 증가에 따른 누수로 본체부식, 후타재 파손 등 손상 진전시 교체 • 경년열화에 의한 것으로 손상 정도가 심하지 않고 기능 발휘에도 문제가 없으므로 지속적인 주의관찰 후 추후에 신축이음장치 교체가 바람직함 • 정기적인 청소 필요 • 건조수축에 의한 것으로 지속적인 주의관찰 실시 • 차량의 반복하중 및 공용기간 증가에 의한 것으로 후타재 전폭에 걸쳐 분포하고 있고 심한 구간은 골재 노출이 진행 중인 상태로서 지속관찰이 필요함
교면포장	• S1과 S3 아스콘균열 • 갓길 전경간에서 발생한 아스콘들뜸, 패임 • A2 배면 접속부에 단차(h=0.5~1.0㎝)	• 공용년수 증가에 따른 차량통행 반복에 의한 것으로 주의관찰 • 아스콘 포설시 재료부족, 다짐부족에 의한 것으로 아스팔트 팻칭보수 실시 • 차량의 반복하중 및 아스콘 노후화에 의한 것으로 아스팔트 팻칭보수 실시
배수시설	• 상태양호	-
난간 및 연석	• 중분대 및 방호벽 균열 및 망상균열, 균열부 백태 • 박리/파손/차량충돌 흔적 • 방호벽(S3) 표면오염	• 폭 0.2㎜이하 균열은 지속적인 주의관찰, 폭 0.3㎜이상 균열 및 균열부 백태는 주입보수 실시 • 손상 정도가 경미하므로 현상유지 • 철근부식 방지를 위해 표면처리보수 필요

나. 기 점검결과 비교(내서)

구 분	손상내용	손상물량		비고
		'12년 정밀안전진단	금회 정밀안전진단	
바 닥 판	• 균열(0.3mm미만)	-	126.5m/91EA	
	• 망상균열	405.00㎡/36EA	-	
	• 박락	0.12㎡/1EA	-	
	• 재료분리	0.36㎡/1EA	0.36㎡/1EA	
	• 백태	-	0.37㎡/7EA	
거 더 내 부	• 도장박리	0.59㎡/7EA	0.43㎡/13EA	
	• 언더컷	0.3㎡/1EA	0.3m/1EA	
	• Pit	6EA	8EA	
	• 보강재 변형	0.1m/1EA	0.1m/1EA	
	• 이물질 퇴적	3.92㎡/5EA	2.48㎡/4EA	
거 더 외 부	• 쵸킹	-	448㎡/3EA	
교 대 및 교각	• 균열(0.2㎜이하)	77.8m/114EA	50.8m/73EA	
	• 균열(0.3㎜이상)	6.2m/4EA	-	
	• 망상균열	1.50㎡/1EA	1.5㎡/1EA	

구 분	손상내용	손상물량		비고
		'12년 정밀안전진단	금회 정밀안전진단	
교 대 및 교각	• 파손/ 박락/ 긁힘	0.27㎡/2EA	0.2㎡/3EA	
	• 백태	-	6.0㎡/1EA	
	• 들뜸	-	-	
	• 들뜸 및 박리	-	0.92㎡/2EA	
	• 체수	-	4.0㎡/4EA	
	• 누수흔적	-	0.8㎡/1EA	
교 량 받 침	• 도장박리	0.13㎡/2EA	0.22㎡/5EA	
	• 무수축몰탈균열(0.2㎜이하)	0.7m/7EA	1.2m/8EA	
	• 받침콘크리트균열(0.2㎜이하)	2.7m/14EA	2.8m/10EA	
	• 받침콘크리트 파손	0.03㎡/1EA	0.01㎡/1EA	
	• 낙교방지장치 부식	0.16㎡/1EA	0.16㎡/1EA	
	• 낙교방지장치 탄성고무덮개 파손	0.06㎡/1EA	1EA	
	• 낙교방지장치 도장박리	0.32㎡/1EA	0.03㎡/1EA	
신 축 이 음	• 부식	7.34㎡/3EA	1.04㎡/3EA	
	• 이물질 퇴적	1.26㎡/4EA	1.26㎡/4EA	
	• 후타재균열(0.2㎜이하)	7.7m/15EA	6m/11EA	
	• 후타재균열(0.3㎜이상)	-	1.5m/3EA	
	• 후타재 파손	0.02㎡/2EA	0.02㎡/2EA	
	• 후타재 표면박리	9.90㎡/3EA	9.9㎡/3EA	
	• 망상균열	-	0.5㎡/1EA	
	• 신축이음누수	-	24.4m/2EA	
교 면 포 장	• 단차(h=0.5cm)	7m/1	7m/1EA	
	• 단차(h=1.0cm)	1m/1	1m/1EA	
	• 아스콘 긁힘	132.00㎡/2EA	-	
	• 아스콘 균열(1.0mm)	-	6.1m/5EA	
	• 아스콘 들뜸	-	13.75㎡/3EA	
	• 아스콘 패임	-	11.5㎡/2EA	
	• 보수부 패임	-	9.25㎡/1EA	
	• 아스콘 절삭	-	560㎡/3EA	
난 간 및 방 호 벽	• 균열(0.2㎜이하)	116.3m/119EA	321m/153EA	
	• 균열(0.3㎜이상)	6.4m/7EA	13.5m/9EA	
	• 균열부 백태	2.2m/4EA	2.2m/4EA	
	• 박리/ 파손	0.13㎡/2EA	0.78㎡/7EA	
	• 표면오염(녹)	0.02㎡/2EA	-	
	• 망상균열	-	73.5㎡/2EA	
	• 표면오염(녹)	-	0.02㎡/2EA	
	• 신축덮개 볼트탈락	-	5EA	
	• 차량충돌흔적	-	3m/1EA	

다. 내구성 결과요약(내서)

콘크리트 내구성조사를 위한 비파괴강도시험, 철근탐사시험, 탄산화깊이, 염화물 함유량 시험 실시 결과 제 기준을 만족하는 양호한 상태로 조사되었다.

시 험 명		시험부위		시험 결과		비 고
				'12년 정밀안전진단	금회 정밀안전진단	
콘크리트	비파괴 강도시험 (㎫)	상부 구조	반발경도	28.6~30.3	27.0~32.2	■ 설계기준강도를 상회함.
			초음파	30.9~33.5	28.6~32.7	
		하부 구조	반발경도	28.3~30.8	25.8~30.2	
			초음파	26.1~28.3	27.6~30.4	
	철근탐사시험 (㎜)	바닥판	배근간격	120.0~125.0	114.0~270.0	■ 전반적으로 설계값과 근사함.
			피복두께	39.0~47.0	39.0~44.0	
		교대	배근간격	195.0~198.0	205.0~208.0	
			피복두께	92.0~93.0	105.0~109.0	
		교각	배근간격	100.0	108.0~124.0	
			피복두께	95.0~98.0	113.0~121.0	
	탄산화 잔여깊이 (㎜)	상부 구조		36.5~40.0	33.8~42.5	■ 상태평가 a
		하부 구조		82.0~88.0	62.0~97.5	
	염화물 함유량시험 (kg/㎥)	상부 구조		0.092~0.138	0.246	■ 상태평가 a
		하부 구조		0.046~0.115	0.168~0.200	■ 상태평가 a
	균열깊이 (㎜)	상부 구조	S2-RC	-	42.0(피복두께)	■ '12년 진단 시험부위 보수(P2 코핑부) ■ 균열 깊이가 실측피복두께 미만.
				-	26.8(균열깊이)	
			S2-LC	-	35.0(피복두께)	
				-	29.8(균열깊이)	
강재	초음파 탐상(UT)	거더 내부		합 격	합격	■ 1등급
	도막두께 (μm)	거더 내부		340.0~380.0	200.0~232.0	■ 적 정
		거더 외부		370.0~430.0	196.0~390.0	■ 적 정
종합 평가	■ 비파괴강도 측정결과, 측정값은 설계기준강도를 상회하는 것으로 조사되었으며, 기 점검과의 비교·분석 결과, 구조물의 강도저하는 없는 것으로 평가됨. ■ 탄산화 깊이 측정결과, 전 개소에서 철근부식 우려가 없는 상태평가 기준"a"로 검토됨. ■ 금회 진단결과 콘크리트의 비파괴강도, 철근배근상태, 탄산화 깊이 측정결과 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사됨. ■ 강재에 대한 초음파탐상 시험결과, 합격(Ⅰ등급) 판정되어 맞대기이음부의 용접상태는 양호한 것으로 나타났으며, 도막두께 측정치도 전 개소에서 기준치를 상회하는 양호한 상태인 것으로 측정됨.					

5.2 여주방향

가. 외관조사 결과요약(여주)

구 분		주요결함 및 외관조사 결과	검토의견
바닥판		• 전반적으로 양호한 상태이며, S3경간 2016년 보수시 누락된 일부구간(좌.우 캔틸레버부 제외)에 망상균열(폭 0.2㎜이하)과 캔틸레버 횡균열(0.2㎜이하) • 바닥판 측면에 발생된 백태 • S3경간 캔틸레버부 하면에 박락, 박락 및 철근노출, 철근부식 • 재료분리 및 중분대 하면 파손	• 시공초기 건조수축에 의한 것으로 발생하였으며, 손상 규모 경미하여 주의관찰 • 방호벽과 바닥판 이음부 누수에 의한 것으로 백태는 주의관찰토록 하며, 이음부는 주입보수(우레탄), 박락부에 대해 단면보수 • 손상규모가 경미하여 현상유지
강박스 거더	내부	• 구조적인 손상이 없는 전반적으로 양호한 상태이며, Pit 등의 용접결함 • S3-G1-LW 도장박리	• 시공미흡에 의한 것으로 결함 정도가 경미하여 현상유지 • 경년열화 및 도장열화에 의한 것으로 전처리 후 재도장 실시
	외부	• G2 좌측 복부에 경미한 쵸킹 • 국부적으로 발생된 부식	• 태양광의 광화학 반응에 의한 것으로 손상정도가 경미하여 주의관찰 • 경년열화 및 도장긁힘에 의한 것으로 전처리 후 재도장 실시
가로보 및 세로보		• 상태양호	-
하부구조		• 전반적으로 양호한 상태이며, A1과 A2 구체 및 흉벽부에 균열(폭 0.2~0.3㎜) • P1과 P2 코핑 및 기둥부에 균열(폭 0.3㎜ 이하) 및 망상균열(폭 0.2㎜이하) • A2교대 들뜸 및 보수부 들뜸 • A1과 A2 흉벽부에 잡철물(와이어매쉬) 노출	• 시공초기 건조수축에 의한 것으로 0.2㎜이하는 지속적인 주의관찰 실시하고 0.3㎜는 주입보수 실시 • 매스콘크리트 양생과정에서 발생한 수화열, 초기 건조수축에 의한 것으로 0.2㎜ 이하는 지속적인 주의관찰 실시하고 0.3㎜는 주입보수 실시 • 신축이음누수에 의한 열화로 신축이음 유도배수 + 단면보수 • 신축이음 유도배수
교량받침		• 외관 및 가동상태는 전반적으로 양호한 상태이며, 받침본체(P1, P2) 도장박리 • 낙교방지장치(A1-No.2) 탄성고무 파손 • A1과 A2의 받침콘크리트 균열(폭 0.2㎜이하), P1과 P2의 받침콘크리트 및 무수축 몰탈 균열(폭 0.2㎜이하), 파손, 재료분리, 들뜸, 잡철물	• 시공미흡과 도장열화에 것으로 재도장 실시 • 경년열화 및 신축거동시 마찰에 의한 것으로 부식부위 제거 후 재도장 • 지속적인 주의관찰 실시

구 분	주요결함 및 외관조사 결과	검토의견
신축이음장치	• EXP.J1과 J2의 양끝단(갓길 구간)에 본체 부식 • EXP.J1과 J2의 양끝단(갓길 구간)에 이물질 퇴적 • EXP.J1과 J2의 후타재 균열	• 경년열화에 의한 것으로 손상 정도가 심하지 않고 기능 발휘에도 문제가 없으므로 지속적인 주의관찰 후 추후에 신축이음장치 교체가 바람직함 • 정기적인 청소 필요 • 건조수축, 차량의 반복하중 및 충격에 의한 것으로 폭 0.2㎜이하 균열은 지속적인 주의관찰, 폭 0.3㎜이상 균열은 주입보수 실시
교면포장	• S3 1차로 아스콘 균열 • A1 배면 접속부에 이격(폭:15㎜) • 갓길 전경간에서 발생한 아스콘들뜸	• 공용년수 증가와 차량반복 통행에 의한 것으로 주의관찰 • 포장당시 시공불량에 의한 것으로 추정되며, 지속관찰 후 2차손상 발생시 조치가 필요 • 아스콘 포설시 재료부족, 다짐부족에 의한 것으로 아스팔트 팻칭보수 실시
배수시설	• 전반적으로 양호한 상태이며, 전 개소에서 배수구 막힘 발생	• 청소
난간 및 연석	• 균열(폭 0.2㎜~0.3㎜이하) • 박리 • 방호벽 덮개 볼트탈락(A1)	• 건조수축 및 온도변화에 의한 것으로 폭 0.2㎜이하 균열은 지속적인 주의관찰, 폭 0.3㎜이상 균열은 주입보수 실시 • 수축줄눈 주변에 발생한 손상으로 주의관찰 • 공용년수 증가와 차량진동에 의해 발생된 것으로 재체결

나. 기 점검결과 비교(여주)

구 분	손상내용	손상물량		비고
		'12년 정밀안전진단	금회 정밀안전진단	
바 닥 판	• 균열(0.3mm미만)	-	32.5m/35EA	
	• 망상균열(0.2㎜이하)	405.00㎡/36EA	45.0㎡/4EA	
	• 박락/ 파손	0.56㎡/4EA	0.24㎡/5EA	
	• 박락 및 철근노출	0.10㎡/1EA	0.1㎡/1EA	
	• 철근부식 및 박락	0.36㎡/1EA	-	
	• 백태	-	4.83㎡/11EA	
	• 재료분리	0.04㎡/1EA	-	
거 더 외 부	• 부식	0.15㎡/2EA	0.07㎡/2EA	
	• 쵸킹	-	448.0㎡/3EA	

구 분	손상내용	손상물량		비고
		'12년 정밀안전진단	금회 정밀안전진단	
거 더 내 부	• Pit	1EA	3EA	
	• 이물질 퇴적	0.32㎡/3EA	-	
	• 도장박리	-	0.04㎡/1EA	
하 부 구 조	• 균열(0.2㎜이하)	76.6m/117EA	72.2m/108EA	
	• 균열(0.3㎜이상)	4.5m/3EA	5.1m/3	
	• 잡철물 노출	2.80㎡/7EA	0.33㎡/3EA	
	• 백태	-	0.12㎡/3EA	
	• 망상균열	-	5.58㎡/6EA	
	• 실런트 파손	-	3.8m/1EA	
	• 보수부 들뜸	-	2.0㎡/1EA	
	• 들뜸	-	0.35㎡/1EA	
	• 철근부식 및 박락	2.00㎡/1EA	-	
교 량 받 침	• 균열(0.3mm미만)	-	-	
	• 도장박리	0.07㎡/3EA	0.11㎡/5EA	
	• 무수축몰탈균열(0.2㎜이하)	0.6m/6EA	0.6m/5EA	
	• 받침콘크리트균열(0.2㎜이하)	3.7m/20EA	3.0m/13EA	
	• 받침콘크리트균열(0.3㎜이상)	-	2.5m/1EA	
	• 받침콘크리트 파손	0.04㎡/2EA	0.02㎡/1EA	
	• 받침콘크리트 재료분리	0.07㎡/1EA	0.08㎡/2EA	
	• 받침 Con'c 들뜸	-	0.12㎡/1EA	
	• 낙교방지장치 도장박리	0.04㎡/1EA	-	
	• 잡철물 노출	-	0.01㎡/1EA	
	• 낙교방지장치 탄성고무덮개 파손	0.02㎡/1EA	0.02㎡/1EA	
신 축 이 음	• 부식	0.46㎡/3EA	1.0㎡/4EA	
	• 이물질 퇴적	4.36㎡/4EA	0.76㎡/4EA	
	• 균열(0.2㎜이하)	7.1m/16EA	7.1m/16EA	
	• 균열(0.3㎜이상)	7.9m/17EA	11.0m/24EA	
교 면 포 장	• 아스콘 균열	-	1.5m/1EA	
	• 아스콘 들뜸	-	2.7㎡/1EA	
	• 아스콘 절삭	-	367.5㎡/2EA	
	• 이격	2.0m/1EA	2.5m/1EA	
배 수 시 설	• 배수구 막힘	9EA	5EA	
방 호 벽 및 난 간	• 균열(0.2㎜이하)	24.1m/25EA	64.1m/60EA	
	• 균열(0.3㎜이상)	-	10.1m/7EA	
	• 신축이음부 볼트탈락	-	7EA	
	• 박리	-	0.04㎡/1EA	
	• 보수부박리	-	0.03㎡/1EA	
	• 긁힘 및 파손	0.20㎡/1EA	-	

다. 내구성 결과요약(여주)

콘크리트 내구성조사를 위한 비파괴강도시험, 철근탐사시험, 탄산화깊이, 염화물 함유량 시험 실시 결과 제 기준을 만족하는 양호한 상태로 조사되었다.

시 험 명		시험부위		시험 결과		비 고
				'12년 정밀안전진단	금회 정밀안전진단	
콘크리트	비파괴 강도시험 (㎫)	상부 구조	반발경도	27.8~28.6	29.1～32.4	■ 설계기준강도를 상회함.
			초음파	29.1~29.8	30.5～32.7	
		하부 구조	반발경도	27.2~29.5	25.5～31.3	
			초음파	24.2~29.9	26.6～32.1	
	철근탐사시험 (㎜)	바닥판	배근간격	123.0~125.0	117.5～240.0	■ 전반적으로 설계값과 근사함.
			피복두께	36.0~47.0	37.0～51.0	
		교대	배근간격	198.0~200.0	200.0~210.0	
			피복두께	86.0~96.0	108.0~117.0	
		교각	배근간격	97.0~100.0	115.0~120.0	
			피복두께	95.0~97.0	91.0～113.0	
	탄산화 잔여깊이 (㎜)	상부 구조		31.5~42.0	31.8~39.0	■ 상태평가 a
		하부 구조		0~87.5	57.7~100.9	
	염화물 함유량시험 (kg/㎥)	상부 구조		0.069~0.115	0.227	■ 상태평가 a
		하부 구조		0.023~0.092	0.194~0.211	
	균열깊이 (㎜)	상부 구조	S2-RC	-	37(피복두께)	■ 균열 깊이가 실측피복두께 미만.
				-	16.3(균열깊이)	
			S3-RC	-	39(피복두께)	
				-	30(균열깊이)	
		하부 구조	P2 기둥	-	78(피복두께)	
				-	22.1(균열깊이)	
강재	초음파 탐상(UT)	거더 내부		합격	합격	■ 1등급
	도막두께 (μm)	거더 내부		330.0~380.0	340.0~341.0	■ 적 정
		거더 외부		400.0~440.0	396.0~436.0	■ 적 정
종합 평가	■ 비파괴강도 측정결과, 측정값은 설계기준강도를 상회하는 것으로 조사되었으며, 기 점검과의 비교·분석 결과, 구조물의 강도저하는 없는 것으로 평가됨. ■ 탄산화 깊이 측정결과, 전 개소에서 철근부식 우려가 없는 상태평가 기준"a"로 검토됨. ■ 금회 진단결과 콘크리트의 비파괴강도, 철근배근상태, 탄산화 깊이 측정결과 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사됨. ■ 강재에 대한 초음파탐상 시험결과, 합격(Ⅰ 등급) 판정되어 맞대기이음부의 용접상태는 양호한 것으로 나타났으며, 도막두께 측정치도 전 개소에서 기준치를 상회하는 양호한 상태인 것으로 측정됨. ■ 전회차진단시 A2 흉벽부의 철근부식 및 박락 손상이 조사되어 등급하향이 되었으나 금회진단시 보수를 통하여 등급상향이 되었다. 다만 금회진단시 보수부에 대해 정밀하게 육안조사결과 보수부가불량한 상태로 조사되어 내구성향상을 위한 보수가 필요한 상태이다.					

6. 상태평가

6.1 내서방향

- 상태평가 결과 : B (0.130≤**결함도 지수(0.199)**≤0.260)
- 본 교량의 상태평가 결과 결함지수"B"의 주요원인은 국부적인 신축이음 부식, 후타재 박리 등이 주요요인으로 분류된다.

부재의 분류		상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		탄산화		염화물	
번호	구조 형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간/ 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초	상부	하부	상부	하부
S1 (A1)	STBG	b	a	a	b	a	b	c	b	b	q	x	a	x	a
S2 (P1)	STBG	b	b	a	b	a	c	x	b	b	q	a	a	a	x
S3 (P2)	STBG	b	b	a	b	a	c	x	b	b	q	a	a	x	a
A2	STBG							c	b	b	q	x	a		x
평균		0.200	0.167	0.100	0.200	0.100	0.333	0.400	0.200	0.200	N/A	0.100	0.100	0.100	0.100
가중치		18	20	5	7	3	2	9	9	20	N/A	2	2	2	1
(평균X가중치) /가중치합		0.036	0.033	0.005	0.014	0.003	0.007	0.036	0.018	0.040	N/A	0.002	0.002	0.002	0.001
														0.199	
														B	

6.2 여주방향

- 상태평가 결과 : B (0.130≤**결함도 지수(0.232)**≤0.260)
- 본 교량의 상태평가 결과 결함지수"B"의 주요원인은 바닥판 국부적인 철근부식, 교대 A1, 교각 P1 Cw=0.3mm균열, 받침콘크리트 Cw=0.3mm균열 등이 주요요인으로 분류된다.

부재의 분류		상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		탄산화		염화물	
번호	구조 형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간/ 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초	상부	하부	상부	하부
S1 (A1)	STBG	c	b	b	b	b	c	b	b	c	q	x	a	x	a
S2 (P1)	STBG	b	a	a	b	b	c	x	c	c	q	a	a	a	x
S3 (P2)	STBG	c	b	a	b	b	b	x	b	b	q	a	a	x	a
A2	STBG							b	a	b	q	x	x		x
평균		0.333	0.167	0.133	0.200	0.200	0.333	0.200	0.225	0.300	N/A	0.100	0.100	0.100	0.100
가중치		18	20	5	7	3	2	9	9	20	N/A	2	2	2	1
(평균X가중치) /가중치합		0.060	0.033	0.007	0.014	0.006	0.007	0.018	0.020	0.060	N/A	0.002	0.002	0.002	0.001
														0.232	
														B	

7. 안전성평가

7.1 내서방향

가. 안전성 평가결과

1) 상부구조

구 분			계산식	판정	비고
강박스거더	휨응력		$\frac{f_a}{f}=\frac{186.100}{177.436}=1.05$	O.K	MPa
	전단응력		$\frac{f_a}{f}=\frac{110.000}{59.182}=1.86$	O.K	MPa
	합성응력		$\left(\frac{177.436}{186.100}\right)^2+\left(\frac{59.182}{110.000}\right)^2=1.199<1.2$	O.K	MPa
바닥판	단면 검토	캔틸레버부 (방호벽측)	$\frac{\Phi M_n}{M_u}=\frac{136.212}{89.986}=1.51$	O.K	kN.m
		캔틸레버부 (중분대측)	$\frac{\Phi M_n}{M_u}=\frac{108.122}{106.011}=1.02$	O.K	kN.m
		중앙부	$\frac{\Phi M_n}{M_u}=\frac{105.961}{69.728}=1.52$	O.K	kN.m

2) 하부구조

구 분				계산식	판정	비고
A1	단면 검토	벽체	휨모멘트	$\frac{\Phi M_n}{M_u}=\frac{2,740.189}{989.044}=2.771$	O.K	kN.m
			전단	$\frac{\Phi V_n}{V_u}=\frac{1,123.499}{332.284}=3.381$	O.K	kN
		흉벽	휨모멘트	$\frac{\Phi M_n}{M_u}=\frac{386.488}{250.544}=1.543$	O.K	kN.m
			전단	$\frac{\Phi V_n}{V_u}=\frac{274.343}{110.955}=2.472$	O.K	kN
	안정성 검토	전도		$\frac{M_r}{M_o}(=3.013)>2.0$	O.K	kN.m
		활동		$\frac{H_u}{H}(=1.957)>1.5$	O.K	kN
		지지력		$Q_{max}(=486.470)<600$	O.K	kN/㎡

구 분				계산식	판정	비고
A2	단면 검토	벽체	휨모멘트	$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{1,472.303}{546.556} = 2.694$	O.K	kN.m
			전단	$\frac{\Phi V_n}{V_u} = \frac{992.860}{226.762} = 4.378$	O.K	kN
		흉벽	휨모멘트	$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{386.488}{249.038} = 1.552$	O.K	kN.m
			전단	$\frac{\Phi V_n}{V_u} = \frac{274.343}{110.518} = 2.482$	O.K	kN
	안정성 검토	지지력		$V_{max}(=462.515) < R_a(=770.605)$	O.K	kN/EA
		휨응력		$f_{max}(=111.571) < f_{sa}(=140.000)$	O.K	MPa
		전단응력		$\tau(=16.479) < \tau_{sa}(=80.000)$	O.K	MPa
		수평변위		$\delta(=4.852) < \delta_a(=15.000)$	O.K	mm
P1	두부보 (내민보)	주인장철근 검토		소요철근량(=57,174.757)<사용철근량(=57,182.400)	O.K	㎟
		폐쇄스트럽, 띠철근 검토		소요철근량(=23,457.552)<사용철근량(=26,980.800)	O.K	㎟
	기둥 검토	교축직각방향		$\frac{\Phi P_n}{P_u} = \frac{32,523.536}{16,161.289} = 2.012 > 1$ $\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{34,769.476}{17,277.320} = 2.012 > 1$	O.K	kN kN.m
		교축방향		$\frac{\Phi P_n}{P_u} = \frac{73,238.096}{26,594.240} = 2.754 > 1$ $\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{27,120.876}{7,778.690} = 3.487 > 1$	O.K	kN kN.m
	안정성 검토	교축 직각 방향	전도	$\frac{M_r}{M_o}(=4.139) > 2.0$	O.K	kN.m
			활동	$\frac{H_u}{H}(=10.323) > 1.5$	O.K	kN
			지지력	$Q_{max}(=431.430) < 600$	O.K	kN/㎡
		교축 방향	전도	$\frac{M_r}{M_o}(=12.374) > 2.0$	O.K	kN.m
			활동	$\frac{H_u}{H}(=16.037) > 1.5$	O.K	kN
			지지력	$Q_{max}(=375.481) < 600$	O.K	kN/㎡

구 분				계산식	판정	비고
P2	두부보 (내민보)	주인장철근 검토		소요철근량(=57,174.556)<사용철근량(=57,182.400)	O.K	㎟
		폐쇄스트럽, 띠철근 검토		소요철근량(=23,457.684)<사용철근량(=26,980.800)	O.K	㎟
	기둥 검토	교축직각방향		$\frac{\Phi P_n}{P_u}=\frac{31,189.740}{16,295.657}=1.914>1$ $\frac{\Phi M_n}{M_u}=\frac{34,987.353}{18,279.790}=1.914>1$	O.K	kN kN.m
		교축방향		$\frac{\Phi P_n}{P_u}=\frac{73,238.096}{26,721.495}=2.741>1$ $\frac{\Phi M_n}{M_u}=\frac{27,969.585}{8,405.540}=3.328>1$	O.K	kN kN.m
	안전성 검토	교축 직각 방향	지지력	$V_{max}(=563.263)<R_a(=677.366)$	O.K	kN/EA
			휨응력	$f_{max}(=76.641)<f_{sa}(=140.000)$	O.K	㎫
			전단 응력	$\tau(=4.278)<\tau_{sa}(=80.000)$	O.K	㎫
			수평 변위	$\delta(=1.252)<\delta_a(=15.000)$	O.K	㎜
		교축 방향	지지력	$V_{max}(=492.208)<R_a(=677.366)$	O.K	kN/EA
			휨응력	$f_{max}(=66.426)<f_{sa}(=140.000)$	O.K	㎫
			전단 응력	$\tau(=2.759)<\tau_{sa}(=80.000)$	O.K	㎫
			수평 변위	$\delta(=0.808)<\delta_a(=15.000)$	O.K	㎜

나. 내하력 평가결과

강박스거더 (허용응력법)	$\frac{f_a-f_d}{f_\ell(1+i)}=\frac{186.100-123.479}{44.535}=1.41$	DB-24 이상
바닥판 (강도설계법)	$\frac{\phi M_n-\gamma_d M_d}{\gamma_\ell M_\ell(1+i)}=\frac{108.122-1.3\times10.218}{2.15\times41.589}=1.06$	DB-24 이상

7.2 여주방향

가. 안전성 평가결과

1) 상부구조

구 분			계산식	판정	비고
강박스거더	휨응력		$\frac{f_a}{f} = \frac{186.100}{174.639} = 1.07$	O.K	MPa
	전단응력		$\frac{f_a}{f} = \frac{110.000}{59.412} = 1.85$	O.K	MPa
	합성응력		$\left(\frac{174.580}{186.100}\right)^2 + \left(\frac{59.412}{110.000}\right)^2 = 1.172 < 1.2$	O.K	MPa
바닥판	단면 검토	캔틸레버부 (방호벽)	$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{108.122}{88.921} = 1.22$	O.K	kN.m
		캔틸레버부 (중분대)	$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{136.212}{107.077} = 1.27$	O.K	kN.m
		중앙부	$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{105.961}{69.782} = 1.52$	O.K	kN.m

2) 하부구조

구 분				계산식	판정	비고
A1	단면 검토	벽체	휨모멘트	$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{3,365.095}{1,287.319} = 2.614$	O.K	kN.m
			전단	$\frac{\Phi V_n}{V_u} = \frac{1,123.499}{392.064} = 2.866$	O.K	kN
		흉벽	휨모멘트	$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{386.488}{248.388} = 1.556$	O.K	kN.m
			전단	$\frac{\Phi V_n}{V_u} = \frac{274.343}{110.329} = 2.486$	O.K	kN
	안정성 검토	전도		$\frac{M_r}{M_o} (= 3.028) > 2.0$	O.K	kN.m
		활동		$\frac{H_u}{H} (= 1.875) > 1.5$	O.K	kN
		지지력		$Q_{max} (= 439.741) < 600$	O.K	kN/㎡

구 분				계산식	판정	비고
A2	단면 검토	벽체	휨모멘트	$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{1,472.303}{495.790} = 2.970$	O.K	kN.m
			전단	$\frac{\Phi V_n}{V_u} = \frac{992.860}{212.981} = 4.662$	O.K	kN
		흉벽	휨모멘트	$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{386.488}{245.715} = 1.573$	O.K	kN.m
			전단	$\frac{\Phi V_n}{V_u} = \frac{274.343}{109.552} = 2.504$	O.K	kN
	안정성 검토	지지력		$V_{max}(=269.740) < R_a(=741.444)$	O.K	kN/EA
		휨응력		$f_{max}(=110.760) < f_{sa}(=140.000)$	O.K	MPa
		전단응력		$\tau(=16.258) < \tau_{sa}(=80.000)$	O.K	MPa
		수평변위		$\delta(=4.760) < \delta_a(=15.000)$	O.K	mm
P1	두부보 (내민보)	주인장철근 검토		소요철근량(=56,447.071)<사용철근량(=57,182.400)	O.K	㎟
		폐쇄스트럽, 띠철근 검토		소요철근량(=23,114.594)<사용철근량(=26,980.800)	O.K	㎟
	기둥 검토	교축직각방향		$\frac{\Phi P_n}{P_u} = \frac{38,952.955}{16,019.743} = 2.432 > 1$ $\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{33,048.198}{13,591.360} = 2.432 > 1$	O.K	kN kN.m
		교축방향		$\frac{\Phi P_n}{P_u} = \frac{73,238.096}{26,406.402} = 2.773 > 1$ $\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{26,512.656}{7,346.770} = 3.609 > 1$	O.K	kN kN.m
	안정성 검토	교축 직각 방향	전도	$\frac{M_r}{M_o}(=5.061) > 2.0$	O.K	kN.m
			활동	$\frac{H_u}{H}(=10.274) > 1.5$	O.K	kN
			지지력	$Q_{max}(=404.597) < 600$	O.K	kN/㎡
		교축 방향	전도	$\frac{M_r}{M_o}(=13.166) > 2.0$	O.K	kN.m
			활동	$\frac{H_u}{H}(=16.039) > 1.5$	O.K	kN
			지지력	$Q_{max}(=369.793) < 600$	O.K	kN/㎡

구 분				계산식	판정	비고
P2	두부보 (내민보)	주인장철근 검토		소요철근량(=57,174.556)<사용철근량(=57,182.400)	O.K	㎟
		폐쇄스트럽, 띠철근 검토		소요철근량(=23,457.684)<사용철근량(=26,980.800)	O.K	㎟
	기둥 검토	교축직각방향		$\frac{\Phi P_n}{P_u}=\frac{37,161.494}{16,157.173}=2.300>1$ $\frac{\Phi M_n}{M_u}=\frac{33,642.051}{14,626.980}=2.300>1$	O.K	kN kN.m
		교축방향		$\frac{\Phi P_n}{P_u}=\frac{73,238.096}{26,540.841}=2.759>1$ $\frac{\Phi M_n}{M_u}=\frac{27,447.423}{7,983.160}=3.438>1$	O.K	kN kN.m
	안전성 검토	교축직 각방향	지지력	$V_{\max}(=531.628)<R_a(=677.366)$	O.K	kN/EA
			휨응력	$f_{\max}(=72.809)<f_{sa}(=140.000)$	O.K	MPa
			전단 응력	$\tau(=4.269)<\tau_{sa}(=80.000)$	O.K	MPa
			수평 변위	$\delta(=1.250)<\delta_a(=15.000)$	O.K	mm
		교축 방향	지지력	$V_{\max}(=490.679)<R_a(=677.366)$	O.K	kN/EA
			휨응력	$f_{\max}(=65.681)<f_{sa}(=140.000)$	O.K	MPa
			전단 응력	$\tau(=2.740)<\tau_{sa}(=80.000)$	O.K	MPa
			수평 변위	$\delta(=0.802)<\delta_a(=15.000)$	O.K	mm

나. 내하력 평가결과

강박스거더 (허용응력법)	$\frac{f_a-f_d}{f_\ell(1+i)}=\frac{186.100-121.082}{43.883}=1.48$	DB-24 이상
바닥판 (강도설계법)	$\frac{\phi M_n-\gamma_d M_d}{\gamma_\ell M_\ell(1+i)}=\frac{108.122-1.3\times11.767}{2.15\times32.294}=1.34$	DB-24 이상

8. 종합평가

8.1 종합평가 결과

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결함도점수	기준	S·F	기준	
봉곡1교(내서)	0.199	B	1.05(거더) 1.02(바닥판)	A	B
봉곡1교(여주)	0.232	B	1.07(거더) 1.22(바닥판)	A	B
종합평가	• 봉곡1교(내서, 여주)의 외관조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 내구성확보를 위해 일부 보수가 필요한“B”로 평가됨 • 안전성평가 결과 양방향 모두 최소 안전율 1.0이상으로“A”로 평가됨 • 상태평가 및 안전성평가 결과를 통한 종합평가 결과 봉곡1교(내서, 여주)는“B”로 평가됨				

8.2 안전등급 지정

봉곡1교(내서, 여주)에 대한 안전등급은 **『보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태』**로 양방향 모두 안전등급은 **“B등급”**으로 지정하였다.

	구조물명	안전등급		
		금회(2016년)	전회(2012년)	비고
안전등급 지정	봉곡1교(내서)	B등급(양호)	B등급(양호)	변동없음
	봉곡1교(여주)	B등급(양호)	B등급(양호)	변동없음

9. 보수·보강 및 유지관리방안

9.2 보수·보강 추진방향

가. 내서방향

봉곡1교(내서) 정밀안전진단 결과

상태평가결과

■ 상태평가결과 → "B"(0.199)

- 바닥판 : S1~S3 망상균열(폭 0.2㎜이하) 보수완료, 캔틸레버 하면 일부 횡균열
- 거더 : 부식, Pit, 언더컷, 수평보강재 변형, 이물질 퇴적 등
- 하부구조 : 균열 및 망상균열(폭 0.3㎜이하), 박락, 긁힘 등
- 받침 : 받침, 낙교방지장치 도장박리 및 부식, 받침콘크리트 및 무수축몰탈 미세균열(폭 0.2㎜이하) 등
- 신축이음 : 본체 부식, 후타재 균열 및 박리 등
- 교면포장 : 국부적인 긁힘, 접속부 틈 발생
- 난간 : 폭 0.3㎜이하 균열 및 균열부 백태, 국부적 파손, 표면오염 등

안전성평가결과

■ 안전성평가 결과 → "A"

□ 상부구조 안전성 평가
- 강박스거더
  -정모멘트부 : SF = 1.54 (하연)
  -부모멘트부 : SF = 1.05 (하연)
- 바닥판슬래브
  -캔틸레버부 : SF = 1.02
  -중앙부 : SF = 1.52

□ 하부구조 안전성 평가
- 단면검토 및 안정성 양호 : SF = 1.0이상

보수, 보강방향

1 순위	2 순위	3 순위
• 철근노출 및 박락	• 캔틸레버 하면 균열보수 • 거더 내부 도장박리 재도장 • 받침 및 낙교방지장치 도장손상부 재도장 • A2 구체 상단 박락부 단면보수 • 방호벽 균열부(0.3㎜) 주입보수	• 거더 내부 및 신축이음장치 이물질 퇴적 청소 • 방호벽 표면오염(녹) 발생부 표면처리 • A2 배면 접속부 단차 교면포장 구스아스팔트 보수

나. 여주방향

봉곡1교(여주) 정밀안전진단 결과

상태평가결과

■ 상태평가결과 → "B"(0.232)

- 바닥판 : S1, S2 전 구간 망상균열(폭 0.2㎜이하) 금회 진단중 보수완료. 캔틸레버 하면 횡방향 균열
- 거더 : 부식, Pit, 이물질 퇴적 등
- 하부구조 : 균열(폭 0.3㎜이하), 철근부식 및 박락, 잡철물 노출 등
- 받침 : 도장박리 및 낙교방지장치 탄성고무덮개 파손, 받침콘크리트 및 무수축몰탈 미세균열(폭 0.2㎜이하) 등
- 신축이음 : 본체 부식, 후타재 균열, 이물질 퇴적 등
- 교면포장 : 접속부 이격
- 난간 : 폭 0.2~0.3㎜ 균열, 박리 등

안전성평가결과

■ 안전성평가 결과 → "A"

▫ 상부구조 안전성 평가

- 강박스거더
  -정모멘트부 : SF = 1.57 (하연)
  -부모멘트부 : SF = 1.07 (하연)
- 바닥판슬래브
  -캔틸레버부 : SF = 1.22
  -중앙부 : SF = 1.52

▫ 하부구조 안전성 평가

- 하부구조 안전성검토
  - 단면검토 및 안정성 양호 : SF = 1.0이상

보수, 보강방향

1 순위	2 순위	3 순위
• 철근노출 및 박락	• 교대 및 교각부 균열 표면보수 • 바닥판 하면 S3경간 일부구간 폭 0.2㎜이하 망상균열 표면보수 • 거더 내부(S3-G2-LF) 부식부 재도장 • 받침 및 낙교방지장치 도장손상부 재도장 • 방호벽 수축줄눈부 주변 파손부 단면보수	• 거더 내부 및 신축이음장치 이물질 퇴적 청소 • 배수구 막힘 청소 등

9.2 보수·보강방안 및 개략공사비

가. 내서방향

구 분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략 공사비 (천원)	우선 순위	비고
바닥판	• 중분대 하면 백태	실런트 충진	150	225	m	5	1,125	2	보수
거더내부	• 이물질 퇴적	청소	2.48	3.72	㎡	5	19	2	보수
하부구조	• 들뜸 및 박리	단면보수	0.92	1.38	㎡	89	123	2	보수
교량받침	• 받침콘크리트 파손/박리	단면보수	0.04	0.06	㎡	89	5	2	보수
	• 낙교방지장치 부식	슈도장	0.16	0.24	㎡	55	13	2	보수
신축이음	• 신축이음 누수	유도배수관 설치	24.4	36.60	m	39	1,427	1	보수
	• 이물질 퇴적	청소	1.26	1.89	㎡	163	308	3	보수
방호벽	• 균열(0.3mm이상)	주입보수	13.5	14	m	10	135	2	보수
	• 표면오염(녹)	표면보수	0.02	0.03	㎡	89	3	3	보수
포장	• 단차	팻칭보수	8.0	12.80	㎡	2	23	2	보수
	• 아스콘 들뜸 및 패임	팻칭보수	22.5	36.00	㎡	68	2,448	2	보수
부대공(교통통제 및 고소장비 등)		교통통제		1	일	1,700	1,700	-	
		고소차		1	일	50	50	-	

순공사비 합계(천원)		5,629
제경비(순공사비×50%)		2,815
순위별 공사비 (제경비 포함)	1순위	2,141
	2순위	5,837
	3순위	467
부대공(교통통제 및 고소장비 등)		1,750
개략공사비(천원)		**10,194**

※ 보수물량은 확실한 보수효과를 얻기 위하여 손상물량의 50%를 할증하였음.
※ 포장부는 확실한 보수효과를 얻기 위하여 손상물량의 60%를 할증하였음.
※ 정확한 수량산출이 가능한 공종은 할증 미반영.
※ 상기 개략공사비는 2016년 9월 2차 현장조사 시 확인한 물량으로 산정하였으며, 이후의 실시설계시 공법선정, 단가변동 및 현장여건상 부대공의 추가 등으로 변동될 수 있음.

나. 여주방향

구 분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략 공사비 (천원)	우선 순위	비고
바닥판	• 망상균열	표면보수	45	67.5	㎡	58	3,915	2	보수
	• 시공이음부 누수	주입보수	5.8	8.7	m	70	609	2	보수
	• 철근노출	단면보수(방청)	0.1	0.15	㎡	163	24	1	보수
거더내부	• 도장박리	도장보수	0.04	0.06	㎡	55	3	2	보수
거더외부	• 부식	도장보수	0.07	0.11	㎡	55	6	2	보수
하부구조	• 균열(0.3mm이상)	주입보수	5.1	7.65	m	70	536	2	보수
	• 잡철물	단면보수	0.33	0.50	㎡	89	44	2	보수
교량받침	• 받침콘크리트 균열	주입보수	2.5	3.75	m	70	263	2	보수
	• 도장박리	슈도장	0.11	0.17	㎡	55	9	2	보수
배수시설	• 이격	구스 아스팔트 보수	2.5	3.75	m	2	7	2	보수
신축이음	• 배수구 막힘	청소	5	5	EA	5	25	3	보수
방호벽	• 균열(0.3mm이상)	주입보수	10.1	15.15	m	70	1,061	3	보수
	• 신축이음부 볼트탈락	볼트 재체결	7	7	EA	10	70	2	교체
부대공(교통통제 및 고소장비 등)		교통통제		1	일	1,700	1,700	-	
		고소차		1	일	50	50	-	

순공사비 합계(천원)		6,571
제경비(순공사비×50%)		3,285
순위별 공사비 (제경비 포함)	1순위	37
	2순위	8,191
	3순위	1,628
부대공(교통통제 및 고소장비 등)		1,750
개략공사비(천원)		**11,606**

※ 보수물량은 확실한 보수효과를 얻기 위하여 손상물량의 50%를 할증하였음.
※ 정확한 수량산출이 가능한 공종은 할증 미반영.
※ 상기 개략공사비는 2016년 9월 2차 현장조사 시 확인한 물량으로 산정하였으며, 이후의 실시설계시 공법선정, 단가변동 및 현장여건상 부대공의 추가 등으로 변동될 수 있음.

9.3 유지관리방안

가. 진단결과에 따른 중점유지관리 사항

1) 중점유지관리 개요

금회 정밀안전진단 결과, 대상 교량의 중점유지관리 항목은 다음과 같다.

① 갓길 외측 아스콘 들뜸 발생

- 발생 원인 : 아스콘 재료배합 불량 및 골재분리, 다짐불량 등
- 대책 : 지속관찰 후 바닥판 2차손상 발생시 재포장

② 갓길 외측 아스콘 패임

- 발생 원인 : 아스콘 포설시 이음불량
- 대책 : 지속관찰 후 2차 손상 발생시 팻칭보수

③ 접속부(A1) 이격(틈) 발생

- 발생 원인 : 포장시 이음부 처리 불량
- 대책 : 부분 절삭후 구스아스콘 보수

④ 중분대 하면 백태

- 발생 원인 : 종방향 신축이음부 백태 발생
- 대책 : 향후 누수 발생으로 인한 균열부 노면수 침투 방지를 위해 유도배수관 설치

2) 포장부 아스콘 들뜸 및 패임(틈) 점검

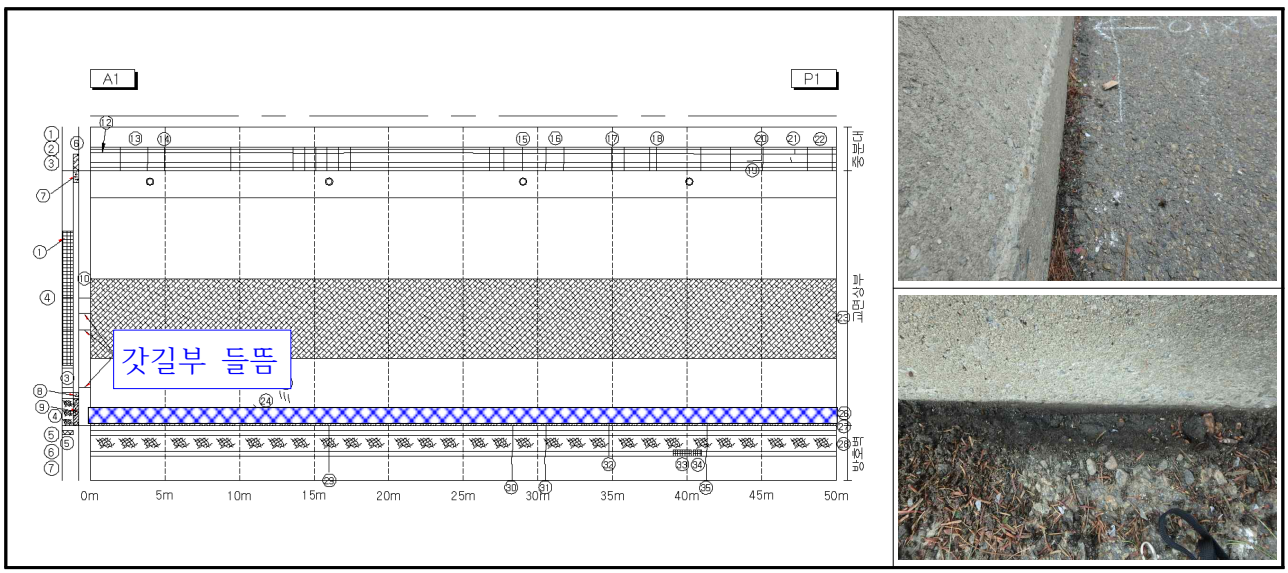
① 선정사유

봉곡1교(내서) S1,S2,S3 위치에서 조사된 포장부 아스콘 들뜸, 패임은 아스콘 포설시 다짐미흡 등에 의한 정밀포장 미흡에 의한 것으로 판단된다. 또한 접속부 갓길측 들뜸 및 신축이음 접속부 이격(틈) 발생은 압축성 차이, 다짐불량, 경계부 다짐불량에 의한 손상으로 추정된다. 이러한 손상은 현재 바닥판 하면에 2차적 손상을 유발하지는 않지만 장기 공용시 바닥판 콘크리트에 손상 유발 가능성이 있으므로 장기적인 보수대책을 마련하여 보수조치 실시 후 지속관찰이 요구된다.

② 현장조사결과

아스콘 들뜸은 내서방향 갓길에서 전경간에 걸쳐 조사되었으며 이는 점검망치 타격에 의한 결과로 나타났다. 손상폭은 경미하나 연장이 교량 전연장에 걸쳐 발생되어 있다. 발생원인은 아스콘 포설시 재료부족, 다짐불량 등에 의한 것으로 판단된다.

또한 여주방향 시점측 접속부도 동일한 들뜸이 조사되었다. 본 손상 부근의 신축이음 경계부분 또한 동일한 원인에 의해서 이격이 발생되었다.



③ 향후관리방안

향후 갓길부 들뜸 및 패임 등은 바닥판 하면에 2차적 손상을 유발하지는 않지만 장기 공용시 바닥판 콘크리트에 손상 유발 가능성이 있으므로 장기적인 보수대책을 마련하여 보수조치 실시 후 지속관찰이 요구된다.

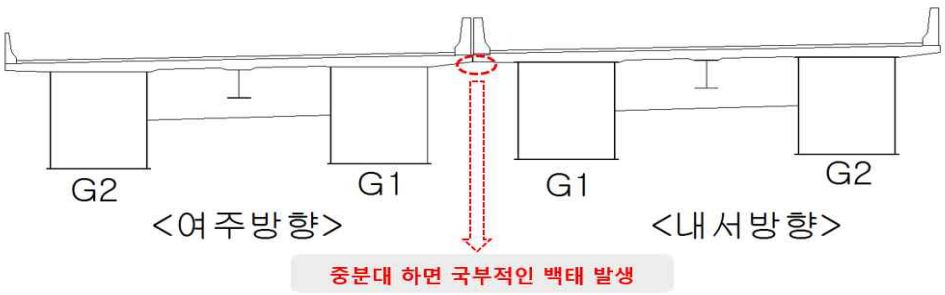
3) 중앙분리대 하면 백태 손상진전 및 추가발생 여부

① 선정사유

중앙분리대 하면의 신축이음부는 백태 손상이 국부적으로 발생되어 있는 상태이다. 현 위치에서 누수는 없는 상태이나, 추후 누수발생시 균열부 침투로 인한 2차적 손상방지를 위해 보수 조치에 대한 검토가 필요할 것으로 판단된다.

② 현장조사결과

중분대 하면의 종방향 신축이음부 주변은 국부적인 백태가 캔틸레버 하면에 발생되어 있다. 본 손상은 현재 추가적인 손상발생은 없는 상태이나, 향후 미세균열 및 공극내 우수 침투로 인해 철근부식 팽창에 의한 박락이 우려된다.



캔틸레버 하면 백태(내서)

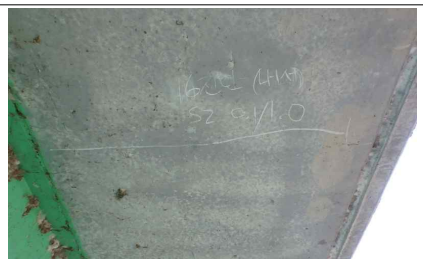
캔틸레버 하면 균열(내서)

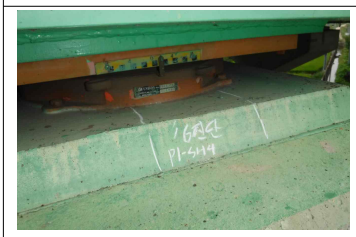
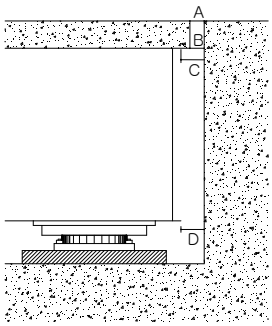
중분대 하면 이음부 백태

③ 향후관리방안

중앙분리대 하면의 백태부위는 향후 누수 발생으로 인한 균열부에 노면수가 침투하여 2차적 손상 발생 우려가 있으므로 장기적인 대책으로 종방향 유도배수관 설치가 필요할 것으로 판단된다.

나. 유지관리를 위한 부재별 중점유지관리 사항

<table>
<tr><th>부재구분</th><th colspan="3">중 점 점 검 내 용</th></tr>
<tr><td rowspan="3">교면포장</td><td colspan="3">·갓길 포장부 아스콘 들뜸 및 패임
- 바닥판 하면의 백태, 열화 등의 손상 발생 여부 확인
·후타재와 접속슬래브 이격 및 단차
- 2차손상 발생여부(신축이음부 누수, 단차로 인한 파손)</td></tr>
<tr><td>
< 아스콘 들뜸 ></td><td>
< 아스콘 패임 ></td><td>
< 접속부 이격 ></td></tr>
<tr><td>난간
(방호벽)</td><td colspan="3">·0.3㎜이상 균열 및 균열부 백태 보수 후 진전여부</td></tr>
<tr><td rowspan="4">바닥판</td><td colspan="3">·캔틸레버 하면 종,횡방향 균열 진전여부</td></tr>
<tr><td>
< 캔틸레버 하면 횡균열 ></td><td colspan="2"> 
< 캔틸레버 하면 횡균열 ></td></tr>
<tr><td colspan="3">·바닥판 하면 망상균열 보수부에 대한 재발생 여부
·중분대 하면 이음부 누수 및 백태발생 여부 확인</td></tr>
<tr><td>
< 보수부 ></td><td>
< 신축하부 백태 ></td><td>
< 신축하부 백태 ></td></tr>
</table>

<table>
<tr><th>부재구분</th><th colspan="4">중 점 점 검 내 용</th></tr>
<tr><td rowspan="2">강박스
거더</td><td colspan="4">·거더 외부 경미한 쵸킹 현상
·거더내부 도장박리 및 부식부 추가손상 발생여부</td></tr>
<tr><td>
< 쵸킹 ></td><td>
< 도장박리 ></td><td colspan="2">
< 도장박리 ></td></tr>
<tr><td rowspan="2">교량받침</td><td colspan="4">·무수축몰탈 미세균열
- 미세균열 진전여부 및 추가 손상발생 여부
·받침본체 도장박리 및 부식
- 부식상태 심화시 받침가동여부</td></tr>
<tr><td> 
< 받침몰탈 균열 ></td><td>
< 받침몰탈 균열 ></td><td colspan="2">
< 도장박리 ></td></tr>
<tr><td rowspan="2">신축이음
장치</td><td colspan="3">·본체 부식 및 유간부 이물질퇴적
- 신축기능 거동상태 확인,
- 동절기 및 혹서기 신축유간 확인
(신축이음 본체, 바닥판~교대흉벽간 측정)
·후타재 균열 0.3㎜이하, 표면박리 등
- 손상 진전 상태 및 누수발생 여부</td><td>  </td></tr>
<tr><td> </td><td> </td><td colspan="2"> </td></tr>
<tr><td>하부구조</td><td colspan="4">·0.2㎜이하의 미세균열 진전여부 및 추가손상발생 여부</td></tr>
</table>

10. 종합결론

봉곡1교(내서, 여주)는 중부내륙선 125.0㎞지점에 위치하여 지방도 916호선을 횡단하게 시공된 3경간연속 S.T.B 거더형식의 교량구조물이다. 본 과업은 봉곡1교(내서, 여주)의 준공 이후 2회차 시행하는 정밀안전진단이며, 시공자료 분석을 포함, 현장외관조사, 각종시험 및 구조안전성평가 등을 통한 종합결론을 요약하면 다음과 같다.

가. 현장조사 및 상태평가 결과

○ 외관조사 결과 바닥판의 공용중 구조적으로 발생한 손상은 없는 상태이며, 주요손상으로는 폭 0.2㎜이하의 균열이 좌·우측 캔틸레버에서 전경간에 걸쳐 조사되었다. 조사된 횡균열은 대부분 미세균열(폭 0.2㎜이하)로 균열의 형상, 방향성, 발생위치, 발생시기, 내측 바닥판 망상균열 발생 이력 등을 고려해 볼 때 콘크리트 재료적 특성인 시공초기 건조수축이 금회 상세 점검에 의해 조사된 것으로 판단되며, 균열폭이 현재 경미하여 보수는 필요하지 않은 것으로 판단된다.

○ 여주방향에서 S3경간에서 바닥판에서 조사된 망상균열은 과업기간중 실시된 바닥판하면 표면보수에서 누락된 손상으로 균열폭은 0.2㎜이하의 미세균열이며, 균열의 형상은 일관성이 없는 형상을 띄고 있는 것으로 보아, 콘크리트 재료적 특성인 시공초기 양생과정 또는 시공 후 일정기간이 경과한 후에 발생한 건조수축에 의해 발생한 것으로 추정된다.

○ 내서방향 S3경간 우측 캔틸레버부에 발생한 재료분리는 다짐불량에 의한 것으로 손상정도가 경미하여 현 상태에서 보수는 필요하지 않은 것으로 판단된다.

또한 백태는 중분대 하면에서 금회 신규로 조사되었으며, 손상발생 원인은 교면수 유입이 주원인으로 손상 정도가 경미하여 보수는 필요하지 않은 것으로 판단된다.

○ 강박스 거더 내부는 손상 및 결함이 거의 발생하지 않은 양호한 상태이며, 국부적으로 조사된 손상으로 Pit, 언더컷 등의 용접결함과 도장박리, 수평보강재 변형, 이물질 퇴적 등의 손상이 일부 조사되었으며, 도장박리는 시공미흡과 도장열화 등에 의한 것으로 재도장이 필요하고, S1과 S3경간 출입구 주변 하부플랜지에서 발생된 이물질퇴적은 퇴적량은 많지 않은 상태이나, 방치시 부식환경을 조성하여 도장열화 및 강재 부식을 촉진시킬 수 있으므로 청소를 실시하는 것이 적절할 것으로 사료된다.

○ 강박스 거더 외부에 대한 외관조사 결과, 용접부의 용접상태, 고장력볼트의 연결상태 등 전반적으로 손상이 발생하지 않은 양호한 상태를 유지하고 있으며, G2좌측 복부에 전

경간에 걸쳐 경미한 쵸킹이 발생된 상태로, 쵸킹은 태양광의 광화학 반응에 의한 것으로 손상 정도가 심하지 않아 현재 보수보다는 현상유지 후 지속적인 주의관찰을 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

○ 하부구조의 대표손상으로는 균열(0.1㎜~0.2㎜이하), 망상균열 등이며, 손상 정도가 경미하여 현 상태에서의 보수보다는 지속적인 주의관찰을 실시하는 것이 적절할 것으로 사료된다.

○ 내서방향 A2 구체부와 흉벽에서 신축이음 누수에 의한 들뜸 및 박락이 2개소 조사되었으며, A2와 P1에서 발생한 파손은 모서리부에서 외부충격에 의해 발생된 것으로 추정된다. 그 외 A1 구체에서 누수흔적이 발생되었으며, A2 구체 상면에서 신축이음누수에 의한 체수가 조사되어 신축이음차수방안과 연계한 보수가 요구된다.

한편, 여주방향 A2흉벽부는 균열사이로 우수유입에 의한 철근(와이어매쉬)팽창, 박락이 조사된 상태로, 콘크리트의 내구성에 영향을 미칠 우려가 있으므로 녹제거 후 단면보수를 실시해야 할 것으로 판단된다.

○ 교량받침에 대한 외관상태는 전반적으로 양호한 상태이며, 포트받침의 가동상태도 적정한 것으로 조사되었다. 공용 중 발생한 국부적인 손상으로 받침본체 부식 및 도장박리, 폭 0.2㎜이하 무수축몰탈 및 받침콘크리트 균열, 받침콘크리트 단면결함(파손/들뜸/재료분리), 낙교방지장치 탄성고무 파손 등의 손상이 경미하게 조사된 상태로, 받침 부식 및 도장박리는 바당면 처리 미흡 등의 시공미흡과 공용년수 증가에 따른 도장열화에 의한 손상으로 재도장에 의한 보수가 필요하며, 받침콘크리트 박리(내서방향)는 신축이음 누수로 인한 2차손상으로 분석되며, 내구성확보를 위해 단면보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

○ 신축이음장치는 공용년수 증가에 의한 본체 부식(EXP.J1, EXP.J2)이 발생되었으나, 현재 기능 발휘에는 문제가 없고 도장 등의 보수효과가 미미하므로 지속적인 주의관찰이 필요한 상태이며, 후타재 균열은 차량의 반복된 통행으로 균열에 대한 보수효과가 적으므로 보수보다는 파손, 단차 등의 손상 진전 시 재시공이 적절할 것으로 판단된다.

한편, 여주방향에서 조사된 신축이음누수는 금회 우기 시(2차조사) 추가조사에 의해 조사된 것으로, 전회차 진단보고서 검토 결과 손상물량에는 언급되지 않았으나, 하부구조(받침장치 및 낙교방지 부식, 교대구체 누수흔적 등)의 2차손상 등이 기 발생됐던 점을 고려할 때 금회 신규로 발생된 것이 아닌 기 진단 이전부터 존재했던 것으로 판단된다. 신축이음장치 누수는 2차손상(받침장치 및 낙교방지 부식 재발생, 받침콘크리트 박리 등)을 초래하고 있는 상태로 신축이음 유도배수를 설치하고, 향후 본체부식과 후타재파손 등의 손상이 진전 될 시는 교체를 고려하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

○ 교면포장은 전반적으로 양호한 상태이며, 국부적인 아스콘 균열과 인위적인 포장면 긁힘

이 조사된 상태이다.

내서방향 교면포장에서 조사된 갓길 방호벽 접속부에서 조사된 아스콘 들뜸과 패임은 전경간에 걸쳐 조사되었으며, 여주방향은 시점측 접속부에서 조사되었다. 손상의 원인은 아스콘 포설시 재료부족, 다짐불량 등에 의한 것으로 판단되며, 바닥판 하면에 직접적인 손상을 초래하지는 않지만 장기 공용시 바닥판 상면으로 교면수가 유입될 가능성이 있으므로 장기적인 보수대책을 마련하여 보수하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

○ 배수시설에 대한 외관조사 결과, 배수시설의 설치상태 및 교면의 배수상태는 전반적으로 양호한 상태이며, 다만 여주방향에서 국부적인 배수구막힘이 확인되어 일상유지관리 차원의 조치가 필요하다.

○ 방호벽은 건조수축 및 온도변화에 의한 폭 0.2㎜이하 수직균열이 부분적으로 발생되었으며, 손상 정도가 경미하여 현 상태에서의 보수보다는 지속적인 주의관찰을 실시하는 것이 적절할 것으로 사료된다.

○ 콘크리트의 내구성조사결과 강도, 철근배근상태, 염분함유량 등의 시험항목에 대해서 기준을 만족하는 양호한 품질을 유지하고 있는 상태로 평가되었으나, A2측(여주방향) 흉벽부 단면결손 구간은 탄산화가 진전된 것으로 확인되어 보수조치가 요구된다. 주부재인 강재거더의 용접부에 대한 초음파탐상시험 결과, 결함이 없는 양호한 품질의 용접상태를 보유하고 있는 것으로 평가되었다.

○ 상태평가결과 전반적으로 양호하나 바닥판의 망상균열, 하부구조의 수직균열 및 흉벽부 단면결손 등이 조사되어 내구성증진을 위한 보수를 필요로 하는“B(0.199(내서), 0.232(여주))"의 상태로 평가되었다.

나. 안전성평가 결과

○ 구조검토를 통한 안전성 검토결과, 양방향 모두 상부구조인 강박스 거더 및 바닥판의 최소안전율이 1.0이상으로 나타나 안전성을 확보하고 있으며, 내하율도 1.0이상 설계하중 DB(DL)-24이상의 내하력을 보유하고 있는 상태로 평가되었다. 또한, 하부구조에서도 안전성에 문제가 없는 것으로 분석되었다.

다. 결언

○ 봉곡1교(내서, 여주)는 16여년의 공용기간이 경과한 교량시설물로서 공용중 전반적인 외관상태는 양호하게 평가되었으나, 바닥판 하면의 폭 0.2㎜의 망상균열, 교각의 균열(폭 0.3㎜), 교대 흉벽측의 철근팽창에 의한 박락 등 내구성을 저해하는 손상이 발생하여 보수가 필요하며, 기타 강재거더 및 받침의 부식 등에 대해서도 보수 및 지속적인 유지관

리가 필요한 상태로 평가되었다.

○ 따라서, 본 교량의 상태평가 및 안전성평가 결과를 토대로 안전등급을 산정하면 『B등급(양호)』로 평가되었으며, 결함 및 손상 부위에 대하여 금회 진단 보고서에 제시된 보수를 시행하고 중점유지관리가 필요구간에 대한 지속적인 유지관리가 수행된다면 1등교(DB-24)로서의 기능을 유지할 수 있을 것으로 판단된다.

보고서 목차

◉요약문

제 1장 정밀안전진단 개요 ····· 1

1.1 과업의 목적 ····· 3

1.2 과업의 범위 및 내용 ····· 3

1.2.1 과업의 범위 ····· 3

1.2.2 과업기간 ····· 3

1.2.3 과업의 내용 ····· 4

1.3 과업수행일정 ····· 5

1.3.1 과업수행 절차 ····· 5

1.3.2 과업수행 일정 ····· 6

1.4 대상교량의 현황 ····· 7

1.4.1 교량의 현황 ····· 7

1.4.2 시설물의 주요도면 ····· 9

1.5 사용장비 및 시험기기 현황 ····· 19

1.6 교량기호의 정의 ····· 20

제 2장 자료수집 및 분석 ····· 23

2.1 자료수집 현황 ····· 25

2.2 건설 관련자료 검토결과 요약 ····· 26

2.2.1 구조 및 수리계산서 검토 ····· 26

2.2.2 설계도면 검토 ····· 27

2.2.3 토질 및 지반조사 자료 검토 ····· 28

2.2.4 시공관련자료 검토 ····· 33

2.3 기존 점검 및 진단 실시결과 요약 ····· 34

2.3.1 점검이력 ····· 34

2.3.2 기존 정밀안전진단 실시결과(2012.11) ····· 40

2.4 보수.보강 이력 ····· 45

2.5 시설물의 내진설계 및 보강 여부 ····· 46

2.5.1 설계조건 ····· 46

2.5.2 내진성능 평가결과 ····· 46
2.6 자료분석 결과요약 ····· 47

제 3장 현장조사 및 시험 ····· 49
3.1 개 요 ····· 51
3.2 외관조사 결과(내서방향) ····· 53
3.2.1 상부구조 ····· 53
3.2.2 하부구조 ····· 61
3.2.3 교량받침 ····· 66
3.2.4 신축이음장치 ····· 74
3.2.5 교면포장 ····· 80
3.2.6 기타시설 ····· 84
3.3 외관조사 결과(여주방향) ····· 88
3.3.1 상부구조 ····· 88
3.3.2 하부구조 ····· 96
3.3.3 교량받침 ····· 101
3.3.4 기타부재 ····· 108
3.3.5 결함의 중요도 ····· 120
3.4 콘크리트 내구성조사 ····· 123
3.4.1 개 요 ····· 123
3.4.2 시험내용 및 평가기준 ····· 127
3.4.3 시험결과 및 분석 ····· 142
3.5 강재 내구성조사 ····· 156
3.5.1 개 요 ····· 156
3.5.2 시험내용 및 평가기준 ····· 164
3.5.3 용접부에 발생하는 대표적인 결함 ····· 169
3.5.4 시험결과 및 분석 ····· 170
3.5.5 시험결과 및 분석 ····· 172
3.6 현장조사 결과요약 ····· 174
3.6.1 외관조사 결과요약 ····· 174
3.6.2 내구성조사 결과요약 ····· 182

제 4장 시설물의 상태평가 ····· 185
4.1 개요 ····· 187
4.2 상태평가 항목 및 기준 ····· 187
4.2.1 부재별 상태평가 적용범위 ····· 187

4.2.2 구조형식에 따른 부재별 가중치 ····· 188
4.2.3 상태평가 결과 결정 ····· 189
4.3 상태평가 결과 ····· 190
4.3.1 내서방향 ····· 190
4.3.2 여주방향 ····· 197

제 5 장 시설물의 안전성평가 ····· 205
5.1 개 요 ····· 207
5.1.1 안전성검토 ····· 207
5.1.2 내하력평가 ····· 209
5.2 상부구조 안전성평가 ····· 210
5.2.1 내서방향 ····· 210
5.2.2 여주방향 ····· 246
5.3 내하력평가 ····· 283
5.3.1 개 요 ····· 283
5.3.2 내하력평가 결과 ····· 284
5.4 하부구조 안전성평가 ····· 286
5.4.1 내서방향 ····· 286
5.4.2 여주방향 ····· 350
5.5 안전성평가 결과요약 ····· 414
5.5.1 내서방향 ····· 414
5.5.2 여주방향 ····· 417

제 6장 종합평가 및 안전등급의 지정 ····· 421
6.1 종합평가 ····· 423
6.1.1 종합평가 결과 산정방법 ····· 423
6.1.2 종합평가 결과 ····· 424
6.2 안전등급 ····· 425
6.2.1 안전등급기준 ····· 425
6.2.2 안전등급 지정 ····· 425

제 7장 보수·보강 및 유지관리방안 ····· 427
7.1 개요 ····· 429
7.2 보수·보강 방안 ····· 430
7.2.1 보수·보강 추진방향 및 우선순위의 선정 ····· 430
7.2.2 결함내용별 보수·보강방안 ····· 433

7.2.3 주요결함 및 손상에 대한 보수·보강 방법 ····· 436
7.3 보수·보강 개략공사비 ····· 447
7.4 유지관리 방안 ····· 449
7.4.1 개요 ····· 449
7.4.2 진단결과에 따른 중점유지관리 사항 ····· 451
7.4.2 유지관리시 점검요령 ····· 456

제 8장 종합결론 ····· 475

◉ 부 록

1. 심의의견 및 조치결과
2. 과업지시서
3. 외관조사망도
4. 상태평가 결과자료
5. 측정, 시험. 계측 성과표
6. 안전성평가 결과자료
7. 현장조사 사진첩
8. 시설물관리대장
9. 사용장비 및 기기의 사진
10. 사전검토보고서 및 과업수행계획서
11. 기타 참고자료

표 목 차

【표 1.1】 과업의 내용 ····· 4
【표 1.2】 정밀안전진단 과업수행 일정 ····· 6
【표 1.3】 봉곡1교(내서) 교량 현황 ····· 7
【표 1.4】 봉곡1교(여주) 교량 현황 ····· 8
【표 1.5】 주요 사용장비 및 시험기기 일반사항 ····· 19
【표 1.6】 교량기호의 정의 ····· 20

【표 2.1】 자료수집 현황 ····· 25
【표 2.2】 상부구조 구조검토 요약 ····· 26
【표 2.3】 하부구조 구조검토 요약 ····· 27
【표 2.4】 정기점검이력(내서) ····· 34
【표 2.5】 점검이력(여주) ····· 35
【표 2.6】 정밀점검이력(내서) ····· 36
【표 2.7】 정밀점검이력(여주) ····· 36
【표 2.8】 2011년 경북본부 중부내륙선구간 하자만료전 정밀점검 결과분석(내서) ····· 37
【표 2.9】 2011년 경북본부 중부내륙선구간 하자만료전 정밀점검 결과분석(여주) ····· 38
【표 2.10】 기존 정밀안전진단 외관조사결과(내서) ····· 40
【표 2.11】 기존 정밀안전진단 외관조사결과(여주) ····· 41
【표 2.12】 기존 정밀안전진단 내구성 조사결과(내서) ····· 42
【표 2.13】 기존 정밀안전진단 내구성 조사결과(여주) ····· 43
【표 2.14】 종합평가 결과 ····· 44
【표 2.15】 보수.보강 이력사항(내서) ····· 45
【표 2.16】 보수.보강 이력사항(여주) ····· 45
【표 2.17】 내진 설계조건 ····· 46
【표 2.18】 내진성능 평가결과 ····· 46
【표 2.19】 자료분석 결과요약(내서) ····· 47
【표 2.20】 자료분석 결과요약(여주) ····· 48

【표 3.1】 부재별 조사항목 ····· 52
【표 3.2】 바닥판 외관조사 결과(내서) ····· 54

【표 3.3】 바닥판하면 기 진단 결과 비교(내서) ····· 55
【표 3.4】 강박스 거더 내부 외관조사 결과(내서) ····· 57
【표 3.5】 강박스 거더 내부 기 진단 결과 비교(내서) ····· 58
【표 3.6】 강박스 거더 외부 외관조사 결과(내서) ····· 59
【표 3.7】 강박스 거더 외부 기 진단 결과 비교 ····· 60
【표 3.8】 교대 및 교각 외관조사 결과(내서) ····· 62
【표 3.9】 교대 및 교각 기 진단 결과 비교(내서) ····· 64
【표 3.10】 교량받침 외관조사 결과(내서) ····· 67
【표 3.11】 연단거리 측정 결과(내서) ····· 70
【표 3.12】 교량받침 가동상태 검토결과(내서) ····· 70
【표 3.13】 교량받침 이동량 산정(내서) ····· 71
【표 3.14】 교량받침 이동량 검토결과(내서) ····· 72
【표 3.15】 교량받침 기 진단 결과 비교(내서) ····· 72
【표 3.16】 신축이음장치 외관조사 결과(내서) ····· 74
【표 3.17】 신축이음 유간 측정결과(내서) ····· 77
【표 3.18】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동상태 검토결과(내서) ····· 77
【표 3.19】 신축이음 신축이동량 산정(내서) ····· 77
【표 3.20】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동여유량 검토결과(내서) ····· 78
【표 3.21】 신축이음장치 기 진단 결과 비교(내서) ····· 78
【표 3.22】 교면포장 외관조사 결과 및 손상현황(내서) ····· 80
【표 3.23】 교면포장 기 진단 결과 비교(내서) ····· 82
【표 3.24】 난간 및 연석 외관조사 결과(내서) ····· 85
【표 3.25】 방호벽 기 진단 결과 비교(내서) ····· 87
【표 3.26】 바닥판 외관조사 결과(여주) ····· 89
【표 3.27】 바닥판하면 기 진단 결과 비교(여주) ····· 90
【표 3.28】 강박스 거더 내부 외관조사 결과(여주) ····· 92
【표 3.29】 강박스 거더 내부 기 진단 결과 비교(여주) ····· 93
【표 3.30】 강박스 거더 외부 외관조사 결과(여주) ····· 94
【표 3.31】 Steel Box Girder 외부 기 진단 결과 비교(여주) ····· 95
【표 3.32】 교대 및 교각 외관조사 결과(여주) ····· 97
【표 3.33】 교대 및 교각 기 진단 결과 비교(여주) ····· 99
【표 3.34】 교량받침 외관조사 결과(여주) ····· 102
【표 3.35】 교량받침 외관조사 결과(여주) ····· 102
【표 3.36】 연단거리 측정 결과(여주) ····· 105
【표 3.37】 교량받침 가동상태 검토결과(여주) ····· 105

【표 3.38】교량받침 이동량 산정(여주) ····· 106
【표 3.39】교량받침 이동량 검토결과(여주) ····· 106
【표 3.40】교량받침 기 진단 결과 비교(여주) ····· 107
【표 3.41】신축이음장치 외관조사 결과(여주) ····· 108
【표 3.42】신축이음 유간 측정결과(여주) ····· 110
【표 3.43】신축이음장치 및 바닥판 단부 가동상태 검토결과(여주) ····· 111
【표 3.44】신축이음 신축이동량 산정(여주) ····· 111
【표 3.45】신축이음장치 및 바닥판 단부 가동여유량 검토결과(여주) ····· 111
【표 3.46】신축이음장치 기 진단 결과 비교(여주) ····· 112
【표 3.47】교면포장 외관조사 결과 및 손상현황(여주) ····· 113
【표 3.48】교면포장 기 진단 결과 비교(여주) ····· 114
【표 3.49】배수시설 외관조사 결과 및 손상현황(여주) ····· 116
【표 3.50】난간 및 연석 외관조사 결과(여주) ····· 118
【표 3.51】방호벽 기 진단 결과 비교(여주) ····· 119
【표 3.52】부재별 결함의 중요도(내서) ····· 120
【표 3.53】부재별 결함의 중요도(여주) ····· 121
【표 3.54】콘크리트 비파괴시험 현황 ····· 123
【표 3.55】보정반발경도(R_o) ····· 128
【표 3.56】기존의 비파괴강도 추정 제안식(반발경도시험) ····· 129
【표 3.57】재령계수 α값 ····· 129
【표 3.58】기존의 비파괴강도 추정 제안식(초음파전달속도시험) ····· 133
【표 3.59】탄산화 속도에 영향을 미치는 요인 ····· 137
【표 3.60】탄산화 상태평가 기준 ····· 138
【표 3.61】염화물 평가기준(콘크리트 구조설계기준(2007)) ····· 140
【표 3.62】염화물 상태평가 기준(안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(2010.12)) ····· 140
【표 3.63】상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험 결과(내서) ····· 142
【표 3.64】하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험 결과(내서) ····· 143
【표 3.65】비파괴강도시험에 의한 압축강도 추정 결과 분석()(내서) ····· 144
【표 3.66】비파괴강도 기 진단 결과와의 비교(내서) ····· 144
【표 3.67】철근탐사 시험 결과(내서) ····· 145
【표 3.68】철근탐사 시험 기 진단 결과와의 비교(내서) ····· 145
【표 3.69】탄산화 깊이 측정 결과 및 평가(내서) ····· 146
【표 3.70】탄산화 깊이 측정 기 진단 결과와의 비교(내서) ····· 147
【표 3.71】염화물 함유량 시험 결과(내서) ····· 147

【표 3.72】 염화물 함유량시험 기 진단 결과와의 비교(내서) ····· 147
【표 3.73】 균열깊이 측정 결과(내서) ····· 148
【표 3.74】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험 결과(여주) ····· 149
【표 3.75】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험 결과(여주) ····· 150
【표 3.76】 비파괴강도 시험에 의한 압축강도 추정 결과 분석()(여주) ····· 151
【표 3.77】 비파괴강도 기 진단 결과와의 비교(여주) ····· 151
【표 3.78】 철근탐사 결과(여주) ····· 151
【표 3.79】 철근탐사 시험 기 진단 결과와의 비교(여주) ····· 152
【표 3.80】 탄산화 깊이 측정 결과 및 평가(여주) ····· 153
【표 3.81】 탄산화 깊이 기 진단 결과와의 비교(여주) ····· 154
【표 3.82】 염화물 함유량 시험 결과(여주) ····· 154
【표 3.83】 염화물 함유량 기 진단 결과와의 비교(여주) ····· 154
【표 3.84】 균열깊이 측정결과(여주) ····· 155
【표 3.85】 강재 비파괴시험 현황 ····· 156
【표 3.86】 결함의 등급 분류 ····· 165
【표 3.87】 용접부 결함의 합.부 판정기준 ····· 165
【표 3.88】 일반환경용 중방식 도장 도막두께 기준 ····· 167
【표 3.89】 강교 도장사양 ····· 168
【표 3.90】 용접부에 발생하는 대표적인 결함 ····· 169
【표 3.91】 강재 초음파탐상(UT) 시험결과(내서) ····· 170
【표 3.92】 초음파탐상 시험 기 진단 결과와의 비교(내서) ····· 170
【표 3.93】 도막두께 측정 결과(내서) ····· 171
【표 3.94】 도막두께 측정 기 진단 결과와의 비교(내서) ····· 171
【표 3.95】 초음파탐상(UT) 시험결과(여주) ····· 172
【표 3.96】 초음파탐상 시험 기 진단 결과와의 비교(내서) ····· 172
【표 3.97】 도막두께 측정결과(여주) ····· 173
【표 3.98】 도막두께 측정 기 진단 결과와의 비교(내서) ····· 173
【표 3.99】 금회 진단 외관조사 결과요약(내서) ····· 174
【표 3.100】 금회 진단 외관조사 결과요약(여주) ····· 176
【표 3.101】 기 점검결과 비교표(내서) ····· 178
【표 3.102】 기 점검결과 비교표(여주) ····· 180
【표 3.103】 내구성조사 결과요약(내서) ····· 182
【표 3.104】 내구성조사 결과요약(여주) ····· 183

【표 4.1】 부재별 상태평가 적용 범위 ····· 187
【표 4.2】 구조형식에 따른 일반교량의 부재별 가중치 ····· 188
【표 4.3】 결함도 점수 범위에 따른 기준 ····· 189
【표 4.4】 콘크리트 바닥판 상태평가 결과(내서) ····· 190
【표 4.5】 거더 상태평가 결과(내서) ····· 190
【표 4.6】 가로보 상태평가 결과(내서) ····· 191
【표 4.7】 콘크리트 교대 상태평가 결과(내서) ····· 191
【표 4.8】 콘크리트 교각 상태평가 결과(내서) ····· 191
【표 4.9】 기초 상태평가 결과(내서) ····· 192
【표 4.10】 교량받침 상태평가 결과(내서) ····· 192
【표 4.11】 신축이음 상태평가 결과(내서) ····· 192
【표 4.12】 교면포장 상태평가 결과(내서) ····· 193
【표 4.13】 배수시설 상태평가 결과(내서) ····· 193
【표 4.14】 난간 및 연석 상태평가 결과(내서) ····· 193
【표 4.15】 탄산화 상태평가 결과(내서) ····· 194
【표 4.16】 염화물 상태평가 결과(내서) ····· 194
【표 4.17】 상태평가 결과표(내서) ····· 195
【표 4.18】 기 진단 결과와의 상태평가 결함도 점수 비교(내서) ····· 196
【표 4.19】 콘크리트 바닥판 상태평가 결과(여주) ····· 197
【표 4.20】 거더 상태평가 결과(여주) ····· 197
【표 4.21】 가로보 상태평가 결과(여주) ····· 198
【표 4.22】 콘크리트 교대 상태평가 결과(여주) ····· 198
【표 4.23】 콘크리트 교각 상태평가 결과(여주) ····· 198
【표 4.24】 기초 상태평가 결과(여주) ····· 199
【표 4.25】 교량받침 상태평가 결과(여주) ····· 199
【표 4.26】 신축이음 상태평가 결과(여주) ····· 200
【표 4.27】 교면포장 상태평가 결과(여주) ····· 200
【표 4.28】 배수시설 상태평가 결과(여주) ····· 200
【표 4.29】 난간 및 연석 상태평가 결과(여주) ····· 201
【표 4.30】 탄산화 상태평가 결과(여주) ····· 201
【표 4.31】 염화물 상태평가 결과(여주) ····· 201
【표 4.32】 상태평가 결과표(여주) ····· 202
【표 4.33】 기 진단 결과와의 상태평가 결함도 점수 비교(여주) ····· 203

【표 5.1】 구조검토 구간 선정 ····· 207
【표 5.2】 설계 당시와 정밀안전진단시 구조검토 조건비교 ····· 208
【표 5.3】 구조검토시 적용 물성치 및 하중조건 ····· 208
【표 5.4】 캔틸레버부 중분대측 고정하중 ····· 218
【표 5.5】 바닥판의 단면검토 결과(내서) ····· 222
【표 5.6】 바닥판의 사용성(균열) 검토결과(내서) ····· 223
【표 5.7】 플랜지의 유효폭 산정(내서) ····· 228
【표 5.8】 바닥판의 유효폭 산정(내서) ····· 228
【표 5.9】 단면제정수 산정(내서) ····· 230
【표 5.10】 영향계수 값 산출 결과(내서) ····· 233
【표 5.11】 외측경간 정모멘트부 단면력 산정결과(내서) ····· 234
【표 5.12】 지점부 부모멘트부 단면력 산정결과(내서) ····· 234
【표 5.13】 내측경간 정모멘트부 단면력 산정결과(내서) ····· 234
【표 5.14】 G1 외측경간 정모멘트부 휨응력 검토결과(내서) ····· 235
【표 5.15】 G1 외측경간 정모멘트부 항복에 대한 안전도 검사결과(내서) ····· 236
【표 5.16】 G2 외측경간 정모멘트부 휨응력 검토결과(내서) ····· 236
【표 5.17】 G2 외측경간 정모멘트부 항복에 대한 안전도 검사결과(내서) ····· 237
【표 5.18】 G1 내측경간 정모멘트부 휨응력 검토결과(내서) ····· 238
【표 5.19】 G1 내측경간 정모멘트부 항복에 대한 안전도 검사결과(내서) ····· 239
【표 5.20】 G2 내측경간 정모멘트부 휨응력 검토결과(내서) ····· 239
【표 5.21】 G2 내측경간 정모멘트부 항복에 대한 안전도 검사결과(내서) ····· 240
【표 5.22】 G1 지점부 부모멘트부 휨응력 검토결과(내서) ····· 240
【표 5.23】 G1 지점부 부모멘트부 항복에 대한 안전도 검사결과(내서) ····· 241
【표 5.24】 G2 지점부 부모멘트부 휨응력 검토결과(내서) ····· 242
【표 5.25】 G2 지점부 부모멘트부 항복에 대한 안전도 검사결과(내서) ····· 243
【표 5.26】 강박스거더의 휨응력 검토결과(내서) ····· 243
【표 5.27】 강박스거더의 전단응력 검토결과(내서) ····· 244
【표 5.28】 교량받침용량 검토(내서) ····· 245
【표 5.29】 바닥판의 단면검토 결과(여주) ····· 259
【표 5.30】 바닥판의 사용성(균열) 검토결과(여주) ····· 259
【표 5.31】 플랜지의 유효폭 산정(여주) ····· 264
【표 5.32】 바닥판의 유효폭 산정(여주) ····· 264
【표 5.33】 단면제정수 산정(여주) ····· 266
【표 5.34】 영향계수 값 산출 결과(여주) ····· 269
【표 5.35】 외측경간 정모멘트부 단면력 산정결과(여주) ····· 270

【표 5.36】지점부 부모멘트부 단면력 산정결과(여주) ····· 270
【표 5.37】내측경간 정모멘트부 단면력 산정결과(여주) ····· 270
【표 5.38】G1 외측경간 정모멘트부 휨응력 검토결과(여주) ····· 271
【표 5.39】G1 외측경간 정모멘트부 항복에 대한 안전도 검사결과(여주) ····· 272
【표 5.40】G2 외측경간 정모멘트부 휨응력 검토결과(여주) ····· 273
【표 5.41】G2 외측경간 정모멘트부 항복에 대한 안전도 검사결과(여주) ····· 274
【표 5.42】G1 내측경간 정모멘트부 휨응력 검토결과(여주) ····· 274
【표 5.43】G1 내측경간 정모멘트부 항복에 대한 안전도 검사결과(여주) ····· 275
【표 5.44】G2 내측경간 정모멘트부 휨응력 검토결과(여주) ····· 276
【표 5.45】G2 내측경간 정모멘트부 항복에 대한 안전도 검사결과(여주) ····· 277
【표 5.46】G1 지점부 부모멘트부 휨응력 검토결과(여주) ····· 277
【표 5.47】G1 지점부 부모멘트부 항복에 대한 안전도 검사결과(여주) ····· 278
【표 5.48】G2 지점부 부모멘트부 휨응력 검토결과(여주) ····· 279
【표 5.49】G2 지점부 부모멘트부 항복에 대한 안전도 검사결과(여주) ····· 280
【표 5.50】강박스거더의 휨응력 검토결과(여주) ····· 280
【표 5.51】강박스거더의 전단응력 검토결과(여주) ····· 281
【표 5.52】교량받침용량 검토(여주) ····· 282
【표 5.53】허용응력법에 의한 강박스거더의 내하력평가 결과(내서) ····· 284
【표 5.54】강도설계법에 의한 바닥판의 내하력평가 결과(내서) ····· 284
【표 5.55】허용응력법에 의한 강박스거더의 내하력평가 결과(여주) ····· 285
【표 5.56】강도설계법에 의한 바닥판의 내하력평가 결과(여주) ····· 285
【표 5.57】각 부재별 단면검토 결과(내서, A1) ····· 294
【표 5.58】전도에 대한 안전성 검토(내서, A1) ····· 296
【표 5.59】활동에 대한 안전성 검토(내서, A1) ····· 296
【표 5.60】지지력에 대한 안전성 검토(내서, A1) ····· 296
【표 5.61】각 부재별 사용성(균열) 검토결과(내서, A1) ····· 298
【표 5.62】각 부재별 단면검토 결과(내서, A2) ····· 307
【표 5.63】말뚝의 허용지지력 검토결과(내서, A2) ····· 310
【표 5.64】말뚝의 휨응력 검토결과(내서, A2) ····· 310
【표 5.65】말뚝의 전단응력 검토결과(내서, A2) ····· 311
【표 5.66】각 부재별 사용성(균열) 검토결과(내서, A2) ····· 312
【표 5.67】단면제정수 산정(내서, P1) ····· 321
【표 5.68】두부보 검토결과(내서, P1) ····· 325
【표 5.69】기둥 단면검토 결과(내서, P1) ····· 326

【표 5.70】 전도에 대한 안정검토 결과(내서, P1) ····· 329
【표 5.71】 활동에 대한 안정검토 결과(내서, P1) ····· 330
【표 5.72】 지지력에 대한 안정검토 결과(내서, P1) ····· 331
【표 5.73】 단면제정수 산정(내서, P2) ····· 339
【표 5.74】 두부보 검토결과(내서, P2) ····· 343
【표 5.75】 기둥 단면검토 결과(내서, P2) ····· 344
【표 5.76】 말뚝의 허용지지력 검토결과(내서, P2) ····· 348
【표 5.77】 말뚝의 휨응력 검토결과(내서, P2) ····· 349
【표 5.78】 말뚝의 전단응력 검토결과(내서, P2) ····· 349
【표 5.79】 각 부재별 단면검토 결과(여주, A1) ····· 358
【표 5.80】 전도에 대한 안정성검토 결과(여주, A1) ····· 360
【표 5.81】 활동에 대한 안정성검토 결과(여주, A1) ····· 360
【표 5.82】 지지력에 대한 안정성검토 결과(여주, A1) ····· 360
【표 5.83】 각 부재별 사용성(균열) 검토결과(여주, A1) ····· 362
【표 5.84】 각 부재별 단면검토 결과(여주, A2) ····· 371
【표 5.85】 말뚝의 허용지지력 검토결과(여주, A2) ····· 374
【표 5.86】 말뚝의 휨응력 검토결과(여주, A2) ····· 374
【표 5.87】 말뚝의 전단응력 검토결과(여주, A2) ····· 375
【표 5.88】 각 부재별 사용성(균열) 검토결과(여주, A2) ····· 376
【표 5.89】 단면제정수 산정(여주, P1) ····· 385
【표 5.90】 두부보 검토결과(여주, P1) ····· 389
【표 5.91】 기둥 단면검토 결과(여주, P1) ····· 390
【표 5.92】 전도에 대한 안정검토(여주, P1) ····· 393
【표 5.93】 활동에 대한 안정검토(여주, P1) ····· 394
【표 5.94】 지지력에 대한 안정검토(여주, P1) ····· 395
【표 5.95】 단면제정수 산정(여주, P2) ····· 403
【표 5.96】 두부보 검토결과(여주, P2) ····· 407
【표 5.97】 기둥 단면검토 결과(여주, P2) ····· 408
【표 5.98】 말뚝의 허용지지력 검토결과(여주, P2) ····· 412
【표 5.99】 말뚝의 휨응력 검토결과(여주, P2) ····· 413
【표 5.100】 말뚝의 전단응력 검토결과(여주, P2) ····· 413
【표 5.101】 상부구조 안전성 평가결과(내서) ····· 414
【표 5.102】 하부구조 안전성 평가결과(내서) ····· 414
【표 5.103】 내하력 평가결과(내서) ····· 416

【표 5.104】 상부구조 안전성 평가결과(여주) ····· 417
【표 5.105】 하부구조 안전성 평가결과(여주) ····· 417
【표 5.106】 내하력 평가결과(여주) ····· 419

【표 6.1】 종합평가 결과 ····· 424
【표 6.2】 시설물의 안전등급 ····· 425

【표 7.1】 시설물의 보수.보강방안 수립에 따른 검토사항 ····· 430
【표 7.2】 보수·보강 우선순위 결정 기준 ····· 430
【표 7.3】 보수·보강 일람표(내서) ····· 433
【표 7.4】 보수·보강 일람표(여주) ····· 434
【표 7.5】 수지주입공법의 종류 ····· 437
【표 7.6】 균열폭에 알맞은 수지의 점도 ····· 437
【표 7.7】 균열폭에 따른 주입파이프/패커의 간격 ····· 437
【표 7.8】 에폭시계 수지의 규격 ····· 438
【표 7.9】 주입공법 공법비교안 ····· 439
【표 7.10】 일반적인 단면 복구(보수)재의 분류 ····· 443
【표 7.11】 단면복구(보수) 공법비교안 ····· 444
【표 7.12】 보수도장의 표면처리 ····· 446
【표 7.13】 보수·보강 개략공사비(내서) ····· 447
【표 7.14】 보수·보강 개략공사비(여주) ····· 448
【표 7.15】 부재별 유지관리 중점사항 ····· 454

그 림 목 차

【그림 1.1】 정밀안전진단 과업수행 흐름도 ····· 5
【그림 1.2】 봉곡1교(내서) 주요도면① ····· 9
【그림 1.3】 봉곡1교(내서) 주요도면② ····· 10
【그림 1.4】 봉곡1교(내서) 주요도면③ ····· 11
【그림 1.5】 봉곡1교(내서) 주요도면④ ····· 12
【그림 1.6】 봉곡1교(내서) 주요도면⑤ ····· 13
【그림 1.7】 봉곡1교(여주) 주요도면① ····· 14
【그림 1.8】 봉곡1교(여주) 주요도면② ····· 15
【그림 1.9】 봉곡1교(여주) 주요도면③ ····· 16
【그림 1.10】 봉곡1교(여주) 주요도면④ ····· 17
【그림 1.11】 봉곡1교(여주) 주요도면⑤ ····· 18
【그림 1.12】 교량기호의 정의 ····· 21

【그림 3.1】 바닥판하면 기 진단결과 비교(내서) ····· 55
【그림 3.2】 강박스 거더 내부 기 진단결과 비교(내서) ····· 58
【그림 3.3】 교대 및 교각 기 진단결과 비교(내서) ····· 65
【그림 3.4】 교량받침 배치도(내서) ····· 66
【그림 3.5】 교량받침 기 진단결과 비교(내서) ····· 73
【그림 3.6】 신축이음장치 전경 및 배치도(내서) ····· 74
【그림 3.7】 신축이음장치 기 진단결과 비교(내서) ····· 78
【그림 3.8】 교면포장 기 진단결과 비교(내서) ····· 82
【그림 3.9】 방호벽 기 진단결과 비교(내서) ····· 87
【그림 3.10】 바닥판하면 기 진단결과 비교(여주) ····· 90
【그림 3.11】 바닥판(S3) 망상균열(Cw=0.2㎜이하) 현황도(여주) ····· 91
【그림 3.12】 강박스 거더 내부 기 진단결과 비교(여주) ····· 93
【그림 3.13】 Steel Box Girder 외부 기 진단결과 비교(여주) ····· 95
【그림 3.14】 교대 및 교각 기 진단결과 비교(여주) ····· 100
【그림 3.15】 교량받침 배치도(여주) ····· 101
【그림 3.16】 교량받침 기 진단결과 비교(여주) ····· 107
【그림 3.17】 신축이음장치 전경 및 배치도(여주) ····· 108

【그림 3.18】 신축이음장치 기 진단결과 비교(여주) ····· 112
【그림 3.19】 교면포장 기 진단결과 비교(여주) ····· 115
【그림 3.20】 방호벽 기 진단결과 비교(여주) ····· 119
【그림 3.21】 콘크리트 내구성조사 위치도(내서) ····· 125
【그림 3.22】 콘크리트 내구성조사 위치도(여주) ····· 126
【그림 3.23】 반발경도시험 및 측정기 점검 등의 절차 ····· 127
【그림 3.24】 초음파전달속도시험 및 측정기 점검 등의 절차 ····· 130
【그림 3.25】 초음파전달속도시험을 위한 탐촉자 배치방법 ····· 131
【그림 3.26】 표면법에 의한 초음파전달속도의 측정 ····· 132
【그림 3.27】 철근탐사 측정원리 ····· 134
【그림 3.28】 철근탐사시험 및 장비 점검 등의 절차 ····· 134
【그림 3.29】 탄산화에 의한 콘크리트 성능저하 ····· 136
【그림 3.30】 -법에 의한 탐촉자 배치 및 균열깊이 측정방법 ····· 141
【그림 3.31】 각 비파괴 시험방법에 의한 압축강도 추정 결과(상부구조) ····· 142
【그림 3.32】 각 비파괴 시험방법에 의한 압축강도 추정 결과(하부구조) ····· 143
【그림 3.33】 탄산화 깊이 측정 결과(내서) ····· 146
【그림 3.34】 균열 깊이 측정 결과(내서) ····· 148
【그림 3.35】 각 비파괴 시험방법에 의한 압축강도 추정 결과(상부구조) ····· 149
【그림 3.36】 각 비파괴 시험방법에 의한 압축강도 추정 결과(하부구조) ····· 150
【그림 3.37】 위치별 탄산화 시험 결과(여주) ····· 153
【그림 3.38】 균열 깊이 측정 결과(여주) ····· 155
【그림 3.39】 강재 내구성조사 위치도 S1(내서) ····· 158
【그림 3.40】 강재 내구성조사 위치도 S2(내서) ····· 159
【그림 3.41】 강재 내구성조사 위치도 S3(내서) ····· 160
【그림 3.42】 강재 내구성조사 위치도 S1(여주) ····· 161
【그림 3.43】 강재 내구성조사 위치도 S2(여주) ····· 162
【그림 3.44】 강재 내구성조사 위치도 S3(여주) ····· 163
【그림 3.45】 초음파탐상(사각법)시험 개요도 ····· 164
【그림 3.46】 Gauge 영점조정 ····· 166
【그림 3.47】 Gauge 초기화(Calibration) ····· 166

【그림 4.1】 전체 교량의 상태평가 결과 산정 방법 ····· 189
【그림 4.3】 기 진단 결과와의 부재별 상태평가 결과 비교(내서) ····· 196
【그림 4.3】 기 진단 결과와의 부재별 상태평가 결과 비교(여주) ····· 203

【그림 5.1】 해석단면(내서) ····· 223
【그림 5.2】 바닥판 자중 재하도(내서) ····· 224
【그림 5.3】 합성후 고정하중 재하도(내서) ····· 226
【그림 5.4】 해석모델링(내서) ····· 229
【그림 5.5】 단면력도(휨모멘트) (내서) ····· 231
【그림 5.6】 단면력도(전단력) (내서) ····· 232
【그림 5.7】 해석단면(여주) ····· 259
【그림 5.8】 바닥판 자중 재하도(여주) ····· 260
【그림 5.9】 합성후 고정하중 재하도(여주) ····· 262
【그림 5.10】 해석모델링(여주) ····· 265
【그림 5.11】 단면력도(휨모멘트)(여주) ····· 267
【그림 5.12】 단면력도(전단력)(여주) ····· 268
【그림 5.13】 해석단면(내서, A1) ····· 287
【그림 5.14】 해석단면(내서, A2) ····· 300
【그림 5.15】 해석단면(내서, P1) ····· 314
【그림 5.16】 해석모델링(내서, P1) ····· 320
【그림 5.17】 교축직각방향 P-M상관도(내서, P1) ····· 327
【그림 5.18】 교축방향 P-M상관도(내서, P1) ····· 328
【그림 5.19】 해석단면(내서, P2) ····· 332
【그림 5.20】 해석모델링(내서, P2) ····· 338
【그림 5.21】 교축직각방향 P-M상관도(내서, P2) ····· 345
【그림 5.22】 교축방향 P-M상관도(내서, P2) ····· 346
【그림 5.23】 해석단면(여주, A1) ····· 351
【그림 5.24】 해석단면(여주, A2) ····· 364
【그림 5.25】 해석단면(여주, P1) ····· 378
【그림 5.26】 해석모델링(여주, P1) ····· 384
【그림 5.27】 교축직각방향 P-M상관도(여주, P1) ····· 391
【그림 5.28】 교축방향 P-M상관도(여주, P1) ····· 392
【그림 5.29】 해석단면(여주, P2) ····· 396
【그림 5.30】 해석모델링(여주, P2) ····· 402
【그림 5.31】 교축직각방향 P-M상관도(여주, P2) ····· 409
【그림 5.32】 교축방향 P-M상관도(여주, P2) ····· 410

【그림 6.1】 종합평가 결과 산정절차 ····· 423

【그림 7.1】 보수.보강방안 추진방향(내서) ····· 431
【그림 7.2】 보수.보강방안 추진방향(여주) ····· 432
【그림 7.3】 균열 보수공법 개요도 ····· 438
【그림 7.4】 단면복구(보수) 상세도 ····· 441
【그림 7.5】 중점유지관리 사항 모식도 ····· 451
【그림 7.6】 갓길 포장부 들뜸 및 패임 개요도 ····· 452
【그림 7.7】 중분대 하면 백태 현황 ····· 453

사 진 목 차

【사진 3.1】 고소점검차를 이용한 근접 육안조사 ····· 52
【사진 3.2】 바닥판 전경(내서) ····· 53
【사진 3.3】 바닥판 손상현황(내서) ····· 54
【사진 3.4】 강박스 거더 전경(내서) ····· 56
【사진 3.5】 강박스 거더 내부 손상현황(내서) ····· 57
【사진 3.6】 강박스 거더 외부 손상현황 ····· 59
【사진 3.7】 가로보 및 세로보 전경(내서) ····· 60
【사진 3.8】 교대 및 교각 전경(내서) ····· 61
【사진 3.9】 교대 및 교각 손상현황(내서) ····· 62
【사진 3.10】 교량받침 전경(내서) ····· 66
【사진 3.11】 교량받침 손상현황(내서) ····· 68
【사진 3.12】 연단거리 측정방법(내서) ····· 69
【사진 3.13】 신축이음장치 손상현황(내서) ····· 75
【사진 3.14】 신축이음 유간 측정방법(내서) ····· 76
【사진 3.15】 신축이음장치 후타재 파손 진전 현황 ····· 79
【사진 3.16】 교면포장 전경(내서) ····· 80
【사진 3.17】 교면포장 손상현황(내서) ····· 81
【사진 3.18】 배수시설 전경(내서) ····· 84
【사진 3.19】 난간 및 연석 전경(내서) ····· 85
【사진 3.20】 난간 및 연석 손상현황(내서) ····· 86
【사진 3.21】 바닥판 전경(여주) ····· 88
【사진 3.22】 바닥판 손상현황(여주) ····· 89
【사진 3.23】 강박스 거더 전경(여주) ····· 92
【사진 3.24】 강박스 거더 내부 손상현황(여주) ····· 93
【사진 3.25】 강박스 거더 외부 손상현황(여주) ····· 94
【사진 3.26】 가로보 및 세로보 전경(여주) ····· 96
【사진 3.27】 교대 및 교각 전경(여주) ····· 96
【사진 3.28】 교대 및 교각 손상현황(여주) ····· 98
【사진 3.29】 교량받침 전경(여주) ····· 101
【사진 3.30】 교량받침 손상현황(여주) ····· 103

【사진 3.31】 연단거리 측정방법(여주) ····· 104
【사진 3.32】 신축이음장치 손상현황(여주) ····· 109
【사진 3.33】 신축이음 유간 측정방법(여주) ····· 110
【사진 3.34】 교면포장 전경(여주) ····· 113
【사진 3.35】 교량포장 손상현황(여주) ····· 114
【사진 3.36】 배수시설 전경(여주) ····· 116
【사진 3.37】 난간 및 연석 전경(여주) ····· 117
【사진 3.38】 난간 및 연석 손상현황(여주) ····· 118
【사진 3.39】 콘크리트 내구성조사 전경 ····· 124
【사진 3.40】 강재 내구성조사 전경 ····· 157